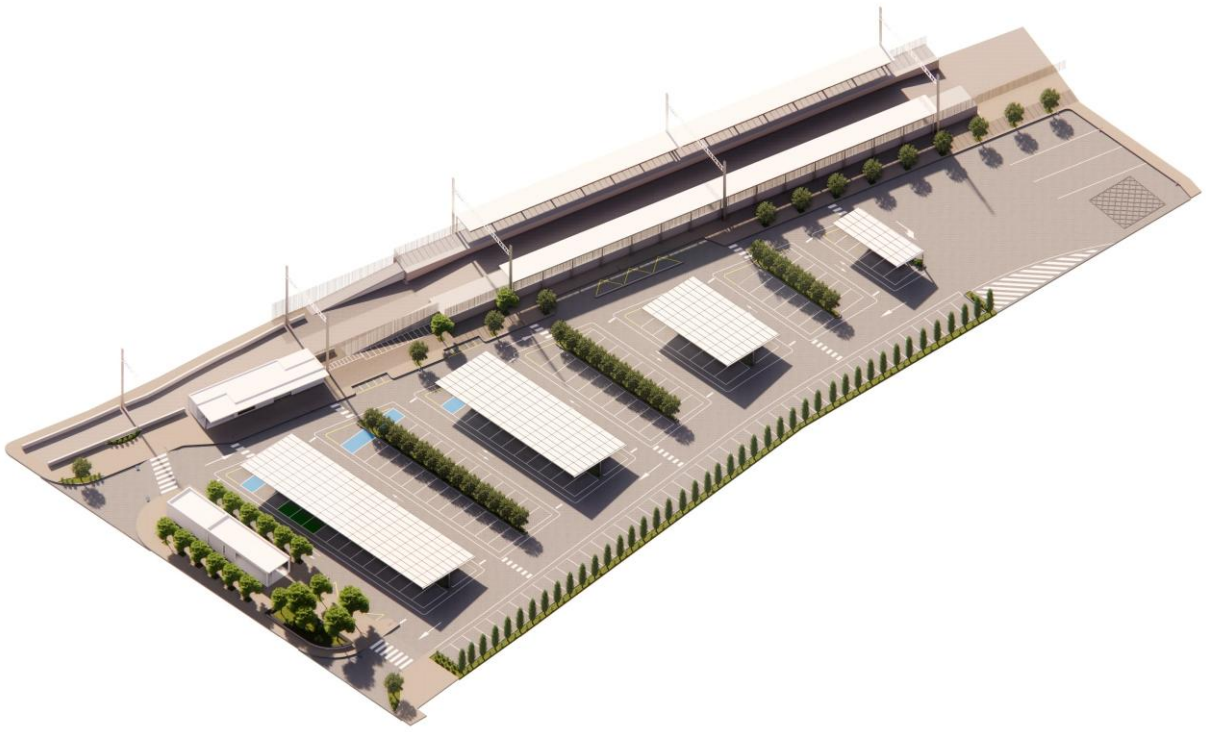
SFM
SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

PROYECTO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

Diciembre de 2025



Decode
ingeniería

Documento nº1

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

MEMORIA

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO....3

2 ANTECEDENTES TÉCNICOS Y OBJETO DE ESTUDIO....3

3 PROMOTOR....4

4 DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN....5

4.1 Configuración de andenes y vías....5

4.2 Edificio de acceso y control....7

4.3 Aparcamiento y zonas exteriores....8

4.4 Instalaciones técnicas....9

4.5 Propiedades y servidumbres....10

5 FACTORES DE PROYECTO....11

5.1 Topografía....11

5.2 Geotecnia....13

5.3 Hidrología y climatología....17

5.4 Planeamiento....17

5.5 Inventarío de instalaciones....17

5.6 Andenes y cimentaciones de estructuras....18

5.7 Demanda....19

5.8 Estructura de la propiedad....20

5.9 Servidumbres....21

6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS....21

6.1 Reordenación y ampliación del aparcamiento....22

6.2 Pavimentación....24

6.3 Marquesinas....27

6.4 Andenes....31

6.5 Edificios....35

6.6 Parque fotovoltaico....39

6.7 Cargadores eléctricos 43
6.8 Red de servicios proyectadas 44
6.9 Jardinería 53
6.10 Expropiaciones 55
6.11 Cerramientos 55
6.12 Mobiliario urbano 56
7 PLAZO DE EJECUCIÓN 59
8 REVISIÓN DE PRECIOS 59
9 GESTIÓN DE RESIUOS 59
10 CONTROL DE CALIDAD 60
11 ASPECTOS AMBIENTALES 61
12 SEGURIDAD Y SALUD 61
13 PRESUPUESTO EN CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 61
14 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 62
15 PRESUPUESTO 63
16 DOCUMENTOS QUE INCLUYEN EL PROYECTO 63

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO

El 16 de abril de 2024 Servicios Ferroviarios de Mallorca publicó la licitación del contrato CO 09/24 (G101/2024) Contrato de servicios para la redacción del proyecto de reforma de la estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo de SFM. Decode ingeniería S.L. resultó adjudicataria de la licitación firmándose el contrato en septiembre de 2024, dando inicio a los trabajos el 18 de septiembre de 2024.

2 ANTECEDENTES TÉCNICOS Y OBJETO DE ESTUDIO

´La **estación de Petra** presenta una serie de necesidades de mejora que hacen imprescindible la ejecución de un conjunto de actuaciones orientadas a optimizar su funcionalidad y adecuarla a los estándares actuales de servicio ferroviario. Los objetivos fundamentales de la intervención son:

- **Mejorar la accesibilidad** de las instalaciones, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente y eliminando las barreras arquitectónicas que dificultan el uso por parte de personas con movilidad reducida.
- **Incrementar el confort de los usuarios**, dotando a los andenes y espacios de espera de mayor protección y mejores condiciones de habitabilidad.
- **Fomentar la intermodalidad coche–tren**, facilitando el intercambio modal y mejorando la conexión con otros medios de transporte mediante la ampliación y reorganización de aparcamientos.
- **Optimizar la eficiencia energética** de la estación y sus instalaciones, reduciendo la huella de carbono y contribuyendo a la sostenibilidad del transporte ferroviario.
- **Prolongar la vida útil de los andenes**, mediante actuaciones de refuerzo y rehabilitación que corrijan las deficiencias detectadas en su estructura.

Estas acciones se enmarcan en la estrategia de la **Conselleria de Habitatge, Territori i Mobilitat**, alineada con el **Plan Director Sectorial Energético de les Illes Balears** (Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, BOIB nº 143 de 27/09/2005), que establece la planificación para atender la demanda energética futura en el archipiélago. El plan contempla el aprovechamiento de fuentes de energía convencionales y renovables, junto con medidas para fomentar el ahorro energético y el uso racional de los recursos, con el fin de minimizar el incremento de la demanda.

En coherencia con las directrices de la **Unión Europea**, el **Govern de les Illes Balears** desarrolla una estrategia integral de **generación de energías renovables** y **preservación ambiental**, en la que

destaca la implantación de instalaciones fotovoltaicas y la adopción de medidas de eficiencia energética.

En el ámbito ferroviario, **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)** promueve la instalación de sistemas de generación renovable destinados tanto al autoconsumo como a la alimentación de la tracción ferroviaria. Esta línea de actuación permite avanzar hacia un modelo de transporte más sostenible, con menor dependencia de fuentes energéticas convencionales y menor impacto ambiental.

En este contexto, el **objeto del presente contrato** es la redacción del **proyecto constructivo** para la reforma integral de la estación de Petra y la instalación de una planta fotovoltaica para autoconsumo, incluyendo las siguientes actuaciones principales:

- **Reordenación del acceso a la estación** y mejora de la accesibilidad, suprimiendo barreras arquitectónicas y dotando a la estación de un nuevo edificio de acceso.
- **Instalación de una marquesina** que cubra el trazado ferroviario y los andenes, proporcionando una adecuada protección frente a las inclemencias meteorológicas.
- **Refuerzo, saneado y repavimentación** de los andenes existentes para mejorar sus condiciones estructurales y funcionales.
- **Ampliación del andén de la vía 2**, incrementando su capacidad de servicio.
- **Ampliación y optimización del aparcamiento**, mediante la urbanización de una parcela adyacente y la mejora del estacionamiento existente, incorporando todas las instalaciones auxiliares necesarias.
- **Diseño e instalación de una planta fotovoltaica** para autoconsumo de la estación.
- **Sustitución del transformador de servicios auxiliares** de la subestación de tracción existente, habilitando el vertido a red de la energía generada por la nueva instalación solar.
- **Adecuación de la señalética e iluminación** a la nueva configuración y características de la estación, siguiendo criterios de eficiencia y visibilidad.

El presente **proyecto constructivo** define con el grado de detalle requerido la geometría de las infraestructuras proyectadas, su trazado y la relación de bienes y derechos afectados, así como las soluciones técnicas necesarias para su ejecución, garantizando la viabilidad constructiva, la durabilidad y la operatividad de las actuaciones previstas.

3 PROMOTOR

El promotor es Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM) cuyos datos de contacto son:

Pasaje Cala Figuera 6, 07009 Palma

Teléfono 871 93 00 00

4 DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN

La **estación de Petra**, integrada en la red ferroviaria de **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)**, está conformada por un conjunto de elementos destinados a facilitar las operaciones de embarque y desembarque de pasajeros, el control de accesos, la prestación de servicios técnicos y la disponibilidad de áreas de estacionamiento para vehículos particulares y transporte colectivo.



Ilustración 1. Vista en planta estado actual

4.1 Configuración de andenes y vías

La estación cuenta con **dos andenes laterales** dispuestos en paralelo a las vías:

- **Andén vía 1 (sur)**: situado junto al edificio principal de acceso. Está dotado de una marquesina de reducidas dimensiones que cubre parcialmente la zona de espera, bancos para los usuarios, sistema de iluminación y panel luminoso informativo que indica los tiempos de llegada de los trenes.
- **Andén vía 2 (norte)**: presenta una configuración estructural equivalente en cuanto a disposición y dimensiones básicas, pero carece de elementos de resguardo y equipamientos similares a los existentes en el andén 1, lo que reduce el nivel de protección frente a las condiciones meteorológicas.

Ambos andenes están interconectados mediante un **cruce peatonal a nivel** sobre la vía, que constituye el único paso interno de viajeros entre las plataformas. Este cruce se encuentra alineado con el itinerario principal de acceso desde el edificio ubicado en el andén sur.



Ilustración 2. Edificio con control de acceso, rampa de acceso a vía 1 y cruce de vías

La **sección original de los andenes**, de acuerdo con la documentación técnica disponible, se caracteriza por las siguientes dimensiones y elementos constructivos:

- **Altura** respecto al plano de rodadura: aproximadamente **1,50 m**, medida desde la cota superior del andén hasta la superficie de rodadura del carril.
- **Ancho libre útil**: variable según la ubicación. El andén 1 dispone de una anchura en torno a **3,00 m**, mientras que el andén 2 alcanza hasta **5,00 m** en su zona más amplia.
- **Borde frontal**: resuelto mediante losa volada de **0,07 m** de espesor, que actúa como remate estructural en el canto del andén.
- **Canalizaciones técnicas**: integradas en el interior de la plataforma de ambos andenes, con pasos de conductos para instalaciones eléctricas y de comunicaciones.

El acabado superficial es de **pavimento rígido**, proporcionando una superficie estable para el tránsito de pasajeros. En los laterales de encuentro con el terreno adyacente se disponen **bordillos** y **franjas de separación** que delimitan el andén respecto a las zonas exteriores.

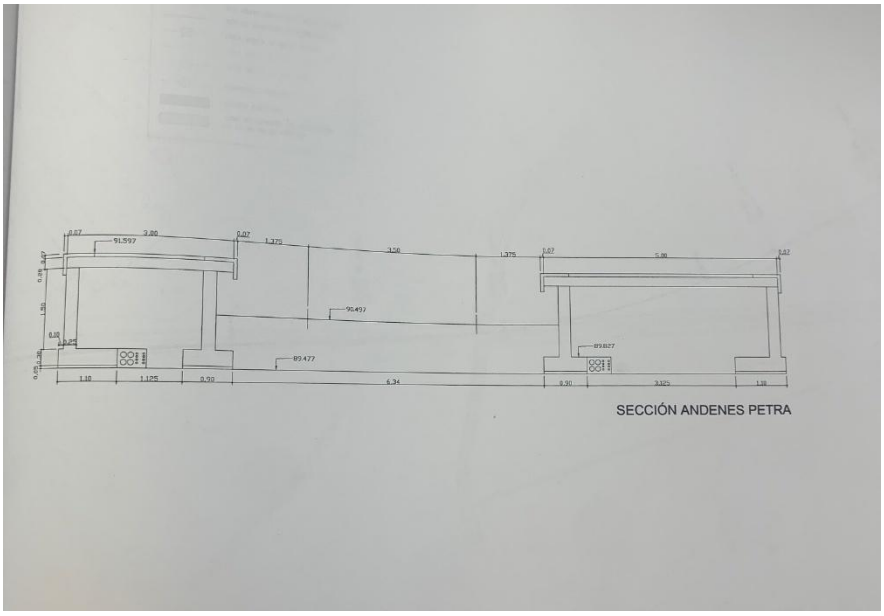


Ilustración 3. Sección tipo andenes

4.2 Edificio de acceso y control

En el extremo del **andén vía 1 (sur)** se sitúa un **edificio prefabricado** que constituye el punto principal de acceso de viajeros a la estación. Esta edificación, de dimensiones reducidas, está concebida para albergar los elementos de control y gestión del tránsito de pasajeros, e incorpora:

- **Dos tornos de control de acceso**, destinados a la validación de billetes y a la regulación del flujo de entrada y salida de usuarios.
- **Dos máquinas expendedoras de billetes**, para la adquisición de títulos de transporte de forma autónoma.
- **Sistema de cierre** mediante **persianas enrollables metálicas**, con apertura y control a distancia, lo que permite el funcionamiento de la estación sin personal presencial y la gestión remota de su apertura y cierre.
- El edificio, de configuración modular, se encuentra adosado al inicio del andén y conectado directamente con el itinerario peatonal de acceso exterior, concentrando en un único punto las operaciones de control y expedición de billetes.



Ilustración 4. Interior del edificio de acceso

4.3 Aparcamiento y zonas exteriores

En el lateral correspondiente a la **vía 1** se localiza un **aparcamiento de superficie** destinado al servicio de usuarios y personal de la estación, con capacidad para **49 plazas de turismos** y **5 plazas reservadas para autobuses**. Próximo a la acera de acceso se dispone un **estacionamiento para 12 bicicletas**, ejecutado mediante soportes tipo aparcabicis de disposición lineal.

El pavimento del aparcamiento, resuelto con **mezcla bituminosa**, presenta un **desgaste acusado** y la **aparición de socavones** que afectan a la uniformidad de la rodadura y a la comodidad en la circulación interna. La **señalización horizontal** se encuentra prácticamente borrada, lo que dificulta la correcta delimitación de plazas y la ordenación del estacionamiento.

Las **aceras perimetrales** no disponen de **rebajes accesibles**, y no existe **itinerario podotáctil** que facilite la orientación de personas con discapacidad visual desde las zonas exteriores hasta los accesos de la estación.

El área cuenta con **alumbrado exterior**, conformado por báculos con luminarias, y con **arbolado de pequeño porte**, cuya escasa envergadura no proporciona sombra efectiva a las plazas de estacionamiento.

La evacuación de aguas se realiza mediante **rejillas sumidero** conectadas a la **red de saneamiento**, ya que en el entorno inmediato no se dispone de una red específica de recogida de aguas pluviales.



Ilustración 5. Estacionamiento

4.4 Instalaciones técnicas

En una **parcela colindante al norte de la vía**, se localiza el **edificio de la subestación eléctrica**, elemento clave en el suministro de energía a la infraestructura ferroviaria. Esta instalación se encuentra conectada a la **red de media tensión** de **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)**, que discurre de forma paralela al trazado de la vía, garantizando la alimentación eléctrica tanto para la tracción como para otros servicios asociados.

En el interior de este mismo edificio, y con **acceso independiente**, se ubica un **centro de transformación de 160 kVA**, encargado de adaptar la tensión eléctrica de la red de media tensión a los niveles requeridos para los servicios auxiliares de la estación.

En la **zona del aparcamiento** se emplaza el **edificio del enclavamiento**, que alberga el sistema de control ferroviario, permitiendo la gestión de señales y la coordinación de movimientos de trenes en el ámbito de la estación.

Las **canalizaciones subterráneas existentes** para el cruce de cableado eléctrico bajo la vía se encuentran **completamente ocupadas**, sin disponibilidad de espacio libre para la instalación de nuevos tendidos eléctricos o de comunicaciones. Esta circunstancia limita la capacidad de ampliación de las instalaciones actuales sin ejecutar nuevas canalizaciones o modificar las existentes.

Además, **los andenes cuentan con sistemas de iluminación, megafonía y videovigilancia**, lo que garantiza la visibilidad nocturna, la emisión de avisos sonoros y la supervisión de la seguridad en el entorno de la estación.



Ilustración 6. Exterior del Centro de Transformación

4.5 Propiedades y servidumbres

En el entorno inmediato al **aparcamiento de la estación**, **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)** es titular de **dos parcelas colindantes** que forman parte del dominio patrimonial asociado a la infraestructura.

- **Límite sur**: ambas parcelas lindan directamente con el **casco urbano de Petra**, constituyendo el punto de transición entre la zona ferroviaria y el tejido urbano consolidado.
- **Límite este**: confrontan con **dos parcelas de titularidad privada**, las cuales disponen de una **servidumbre de paso** establecida sobre las parcelas de SFM. Esta servidumbre otorga a los predios colindantes el derecho de tránsito a través de los terrenos ferroviarios para acceder a la vía pública, condicionando parcialmente su uso y posibles desarrollos futuros.

La existencia de esta servidumbre implica que cualquier actuación proyectada en dicho sector deberá respetar el derecho de paso vigente, integrándolo en la ordenación y garantizando su operatividad durante y después de las obras.

5 FACTORES DE PROYECTO

5.1 Topografía

Para la correcta definición geométrica del ámbito de estudio se han recopilado y empleado diferentes fuentes de información topográfica y cartográfica, complementadas con datos obtenidos en la campaña de levantamiento.

5.1.1 Cartografía

La cartografía base empleada en el presente levantamiento procede del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se ha obtenido en formato digital vectorial y ráster. Esta información se ha utilizado como referencia para la preparación de la campaña topográfica, la georreferenciación de los datos y la elaboración final de los planos.



Ilustración 7. Cartografía base empleada (IGN)

5.1.2 Ortografía aérea

Como soporte visual y métrico para la planificación y el control del levantamiento se ha empleado ortofotografía aérea procedente del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), suministrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).



Ilustración 8. Detalle ortografía utilizada

5.1.3 Trabajos de campo

Los trabajos de campo se ejecutaron en el mes de octubre de 2024, bajo condiciones meteorológicas favorables que permitieron el desarrollo ininterrumpido de la campaña. Se abordaron dos actuaciones diferenciadas pero complementarias: un levantamiento topográfico terrestre mediante GPS y estación total, y un levantamiento fotogramétrico aéreo mediante dron. Ambos métodos se integraron posteriormente en gabinete para la obtención de un modelo cartográfico único y homogéneo.

5.1.3.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento terrestre se realizó empleando un **GPS Topcon GR-3** conectado a la **Red Geodésica Activa de las Islas Baleares (XGAIB)**, trabajando en modo cinemático en tiempo real (RTK), lo que permitió obtener coordenadas en el sistema oficial **ETRS89 – UTM huso 31** con precisión centimétrica.



Ilustración 9. Levantamiento topográfico realizado

5.1.3.2 Levantamiento fotogramétrico

Para la cobertura aérea se empleó un dron Phantom 4 RTK, equipado con sistema GNSS integrado de alta precisión y unidad inercial (IMU) estabilizada en tres ejes. El vuelo se planificó a una altura de 100 m sobre el terreno, obteniendo un GSD de 2,74 cm/píxel, suficiente para trabajos de restitución cartográfica a escala 1:500.

Este levantamiento fotogramétrico permitió obtener una nube de puntos densa y un modelo digital de superficie (MDS), así como ortofotografías de alta resolución georreferenciadas en el mismo sistema de referencia que los datos terrestres.

5.2 Geotecnia

5.2.1 Marco geológico del emplazamiento

El emplazamiento de la Estación de Petra se ubica en el sector central de la **Depresión Central de Mallorca**, sobre materiales sedimentarios del **Mioceno inferior (Burdigaliense)**. Según la cartografía geológica del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, Hoja 699 – Petra), el sustrato está constituido mayoritariamente por **margas de tonalidad gris amarillenta**, que en estado fresco presentan coloraciones verdosas, y que localmente contienen **intercalaciones de areniscas calcáreas y niveles calcáreos más compactos**. Estas margas suelen encontrarse estratificadas en capas de espesor centimétrico a decimétrico, con inclusiones puntuales de sílex.

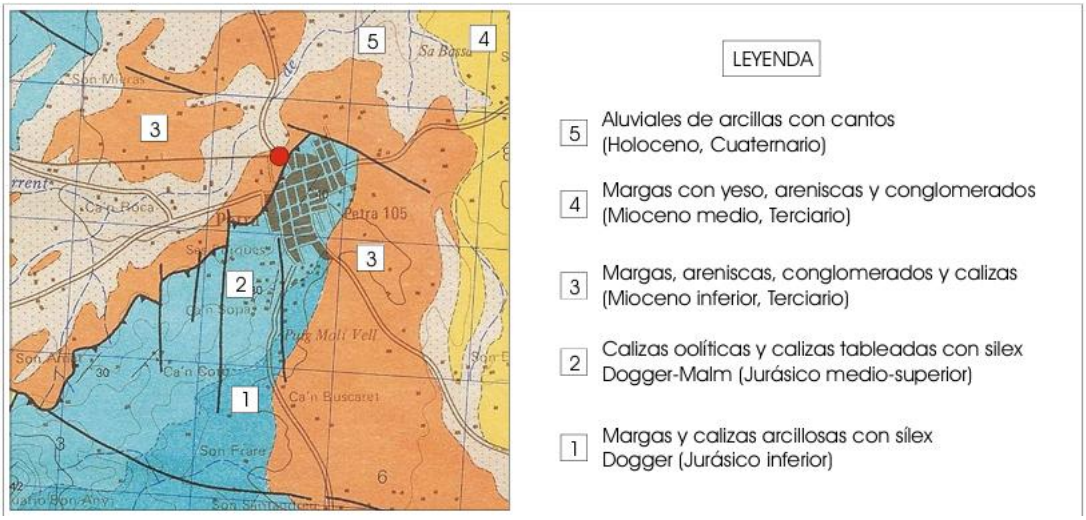


Ilustración 10. Mapa geológico de la zona

Sobre este sustrato margoso aparece un recubrimiento superficial de suelos de naturaleza **arcillosa o limo-arenosa**, en ocasiones con pequeñas gravas dispersas, producto de procesos de alteración y aportes detríticos cuaternarios. La potencia de este recubrimiento es reducida: las calicatas realizadas en 2024 han confirmado la existencia de un horizonte superficial de terreno vegetal de aproximadamente **0,5 m**, bajo el cual afloran directamente los materiales margosos.

En determinados puntos del entorno, particularmente **al norte de las vías**, se han identificado **niveles de arenas arcillosas** de espesor cercano a 1,0 m antes de alcanzar las margas subyacentes. La presencia de estos niveles arenosos indica heterogeneidad en las condiciones de sedimentación durante el Mioceno, posiblemente ligada a pulsos deposicionales más energéticos o a la influencia de paleocanales y zonas de aporte lateral.

Desde el punto de vista **geomorfológico**, el área presenta un relieve muy llano, con cotas ligeramente decrecientes hacia el sureste, en coherencia con la pendiente general de la depresión. La ausencia de escarpes o irregularidades significativas responde al carácter cohesivo de los materiales y a su baja erosividad.

La **litología cohesiva y la baja permeabilidad** del sustrato margoso condicionan la dinámica hídrica, favoreciendo la acumulación de humedad en superficie y la presencia de niveles freáticos poco profundos. Si bien su cota exacta puede variar estacionalmente, se ha constatado en diferentes reconocimientos la aparición de agua subterránea a profundidades reducidas, aspecto que influye en la capacidad de drenaje natural del terreno.

En conjunto, se trata de un medio geológico **consolidado y relativamente homogéneo** en el entorno inmediato de la estación, que ha servido históricamente como base para infraestructuras lineales y usos agrícolas, al ofrecer un sustrato estable y de comportamiento predecible en el tiempo.

5.2.2 Tectónica y sismicidad

La isla de Mallorca se sitúa en el dominio estructural de las Baleares, constituido por un conjunto de materiales mesozoicos y cenozoicos deformados durante la orogenia alpina. En este contexto, la **Depresión Central** donde se emplaza Petra corresponde a un bloque tectónicamente hundido entre las sierras de Tramuntana y Llevant, limitado por estructuras de dirección aproximada NE-SO.

Mallorca se encuentra alejada de las zonas de contacto directo entre las placas Africana y Euroasiática, por lo que su sismicidad es **baja** en comparación con el sureste peninsular. La aceleración sísmica básica establecida por la **Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02** para la isla es **ab = 0,04 g**, lo que sitúa la región en una de las categorías de menor peligrosidad sísmica de España.

La actividad sísmica registrada en las Baleares corresponde mayoritariamente a **terremotos superficiales** (hipocentro < 70 km) de baja magnitud, asociados a reajustes corticales y a la reactivación ocasional de fracturas menores heredadas de la deformación alpina. No se han identificado fallas activas de gran entidad en el entorno inmediato de Petra.

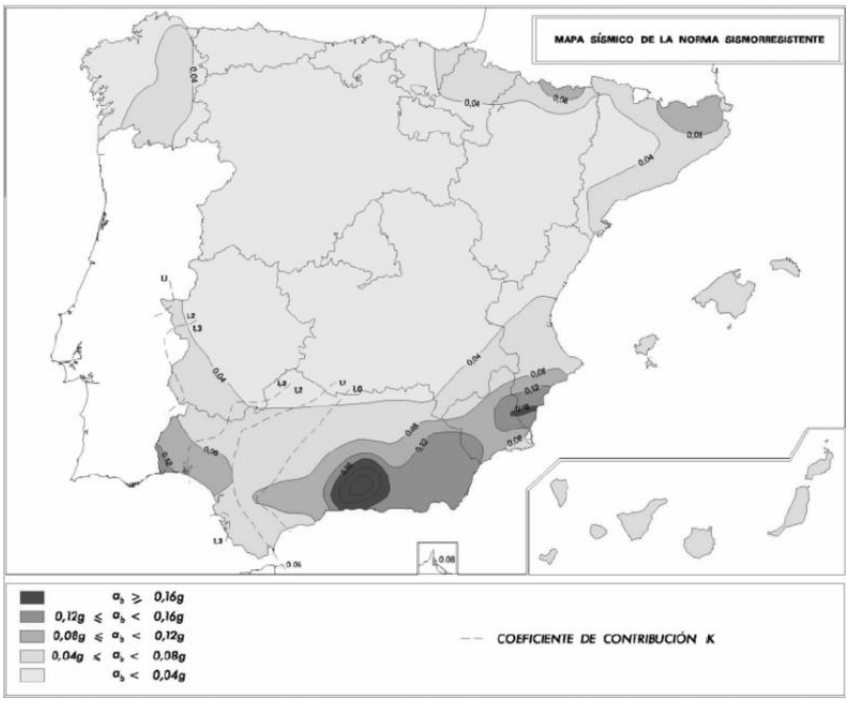


Ilustración 11. Mapa riesgo sísmico NCSR 02

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), la isla de Mallorca se encuentra en zona de **baja peligrosidad sísmica**. Para el término municipal de Petra se adopta:

- Aceleración sísmica básica (TR = 500 años): ab=0,04 g.
- Coeficiente de contribución: K=1,0.
- Coeficiente de riesgo (construcción de importancia normal): ρ=1

El coeficiente del terreno C se evalúa en función de los 30 m superiores. En el emplazamiento dominan margas competentes con intercalaciones arenosas, asimilables a Terreno Tipo II, por lo que se adopta C=1,30 como hipótesis inicial.

El coeficiente de amplificación del terreno S se obtiene en función de C y de ρ·ab. Dado que ρ·ab = 0,04 g ≤ 0,1 g, corresponde a S=1,04

La aceleración sísmica de cálculo resulta:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab = 0,0416g \approx \mathbf{0,042g}$$

5.2.3 Parámetros geotécnicos de cálculo

La caracterización de los materiales en el emplazamiento de la Estación de Petra se ha llevado a cabo a partir de los sondeos mecánicos ejecutados en 2009 y de la campaña complementaria de calicatas y ensayos de laboratorio realizada en 2024. El conjunto de resultados permite definir las unidades estratigráficas presentes, su comportamiento geotécnico y los parámetros de resistencia a emplear en el dimensionamiento de las cimentaciones y de las estructuras enterradas proyectadas.

De forma simplificada, la estratigrafía reconocida se compone de tres niveles principales:

- Una **capa superficial de terreno vegetal y rellenos**, de espesor medio en torno a 0,5 m, sin interés geotécnico por su baja capacidad portante.
- Un nivel de **arenas arcillosas**, localizado principalmente al norte de la traza ferroviaria, con una potencia máxima de 1,0 m y compacidad media, que actúa como transición entre los suelos superficiales y el sustrato firme.
- El conjunto de **margas miocenas**, que aflora desde cotas muy próximas a la superficie (0,5–1,5 m) y constituye el sustrato predominante en el emplazamiento, conformando el nivel resistente de mayor interés para la cimentación.

El nivel freático fue detectado en los reconocimientos de 2009 y 2024 entre 1,0 y 1,3 m de profundidad respecto a la superficie natural. El informe geotécnico señala que, al encontrarse las cimentaciones por debajo de este nivel, el sustrato margoso se mantiene permanentemente saturado, de manera que no se producen variaciones de humedad. Esta condición asegura que los materiales de cimentación no presenten riesgos de expansividad ni de colapso por humectación, garantizando un comportamiento estable a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

Parámetros geotécnicos adoptados

Arenas arcillosas (zona norte, S2 hasta 1,9 m):

- **Peso específico (γ):** 19 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 28°
- **Cohesión efectiva (c'):** 5 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 35 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 4,8 kp/cm³ (≈ 47 MN/m³)
- **Tensión admisible para zapatas (profundidad 1,3 m):** 0,13 MPa (≈ 130 kN/m²)

Margas arcillosas (zona sur, S1 y bajo arenas en S2):

- **Peso específico (γ):** 20–21 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 22–26°
- **Cohesión efectiva (c'):** 15–20 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 45–70 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 8,0 kp/cm³ (≈ 78 MN/m³)
- **Tensiones admisibles**
    - Zapatas corridas: 1,4 kp/cm² (≈ 0,14 MPa).

- Zapatas aisladas: 1,9 kp/cm² (≈ 0,19 MPa).

5.3 Hidrología y climatología

No se identifican condicionantes hidrológicos en el ámbito del proyecto, ya que no existen cursos de agua que interfieran con la zona de estudio. El torrente más cercano, el Torrent de Petra, no afecta al área de actuación.

Se ha realizado un estudio pluviométrico con los datos de la estación B628 Petra Cabanells Nous resultando la siguiente curva IDF:

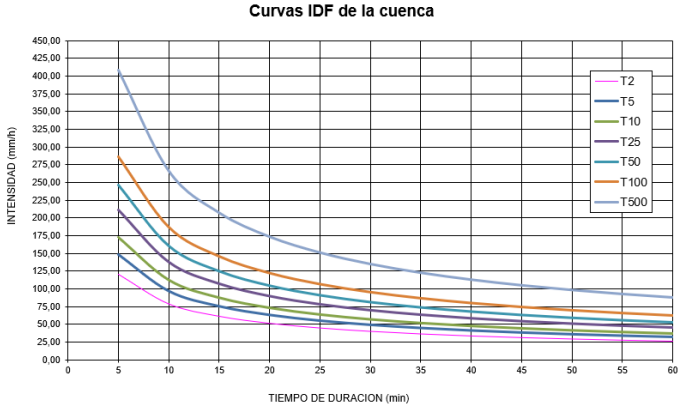


Ilustración 12. Curva IDF estación B628

5.4 Planeamiento

El municipio de Petra cuenta con Normas Subsidiarias aprobadas en marzo de 1995. El suelo se clasifica como Suelo Rústico SRG-AR-AR (Suelo Rústico Régimen General). Las NNSS no hacen referencia al uso de infraestructuras en suelo rústico.

Según el Plan Territorial de Mallorca, el suelo donde se ubica la estación se clasifica como suelo rústico en Área de transición AT donde se permite el uso de pequeñas infraestructuras tipo E-1.

El Consell ha elaborado un PLAN DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA Y FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE ESTACIONAMIENTOS DE INTERCAMBIO MODAL (PEIM), en el documento de segunda aprobación inicial, Anexo 1 Fichas de estacionamiento de intercambio modal existente, se contempla el aparcamiento de la estación de Petra para su adecuación.

5.5 Inventario de instalaciones

Las principales instalaciones que se ven afectadas por las obras son:

- Línea área de media tensión: discurre atravesando el actual aparcamiento con dos postes del tendido aéreo en el mismo

- Línea de baja tensión de acometida al centro de seccionamiento desde el otro lado de la carretera y desde la zona norte cruzando la vía
- Línea de alumbrado del aparcamiento y estación
- Línea de comunicaciones en andén
- Línea de media tensión de SFM soterrada paralela al andén de vía 2 entre éste y los postes de la catenaria
- Línea municipal de saneamiento que discurre por el borde la parcela de ampliación del aparcamiento

5.6 Andenes y cimentaciones de estructuras

La actual estación de Petra presenta una configuración sencilla en cuanto a elementos estructurales. El edificio principal de acceso no dispone de cimentación específica, estando apoyado directamente sobre la acera existente, lo que evidencia su carácter ligero y su ejecución superficial, adecuada a las cargas transmitidas.



Ilustración 13. Edificio de acceso

Por su parte, los postes de la línea de catenaria disponen de cimentaciones profundas mediante pilotes de 1,00 m de diámetro, dimensionados para resistir los esfuerzos de tracción y momento debidos al sistema de electrificación ferroviaria.

La estación cuenta con dos andenes en servicio, paralelos entre sí, de 90 m de longitud cada uno, con principio y final coincidentes en los mismos puntos kilométricos.

- El **andén de vía 1**, correspondiente al sentido de circulación hacia Manacor, presenta una anchura media de 5,00 m.
- El **andén de vía 2**, correspondiente al sentido Palma, posee una anchura de 3,00 m.

Ambos andenes presentan una tipología estructural similar, basada en muros de hormigón prefabricado en los paramentos verticales, tanto del lado vía como del lado calle, que actúan como elementos de contención y apoyo. Sobre ellos descansa una losa maciza armada in situ, sin aligerar, que constituye el forjado resistente del andén. La configuración es, por tanto, la de una estructura monolítica apoyada en muros extremos de hormigón armado, de ejecución convencional y elevada durabilidad.

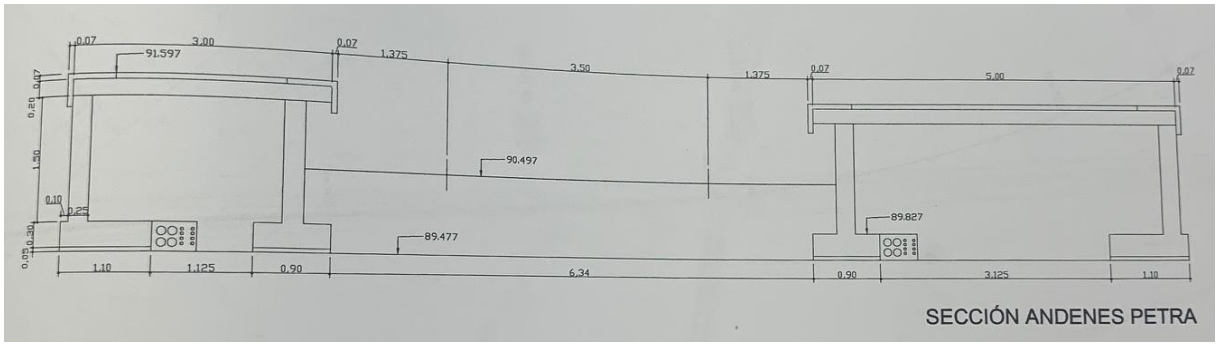


Ilustración 14. Sección andenes estación

En octubre de 2024 SFM ha llevado a cabo el Estudio de PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES de la Estación de Petra cuyo objeto es la reparación de los desórdenes y patologías observados, así como para incrementar la durabilidad de las mismas.



Ilustración 15. Interior del andén 1

5.7 Demanda

Los datos de viajeros facilitados por SFM son:

En la estación de Petra en 2023 se registraron unos 200.000 viajeros año aproximadamente, 50% como origen y 50% como destino.

Origen	100.744
Destino	98.899
TOTAL	199.643

Por otra parte, el PLAN DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA Y FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE ESTACIONAMIENTOS DE INTERCAMBIO MODAL (PEIM) prevé la inclusión de cuatro puntos de recarga de vehículos eléctricos y 64 puestos de estacionamientos, 3 adicionales para motos y 8 para bicicletas.

5.8 Estructura de la propiedad

Las parcelas que forman parte del ámbito de actuación son las siguientes:

- 07041A0070902600001I correspondiente a la vía férrea
- 07041A0070036000001S actual aparcamiento y resto baldía
- 07041A0070100100001R parcela de la subestación
- 07041A0070034700001K al norte de la vía y al oeste de la subestación
- 07041A0070035900001U al norte de la vía y al oeste de la anterior
- 07041A0010063700001G parcela en la que se ubica el poste de línea de media tensión fuera de la estación
- 07041A0070099500001J parcela residual junto a las vías en el lado este

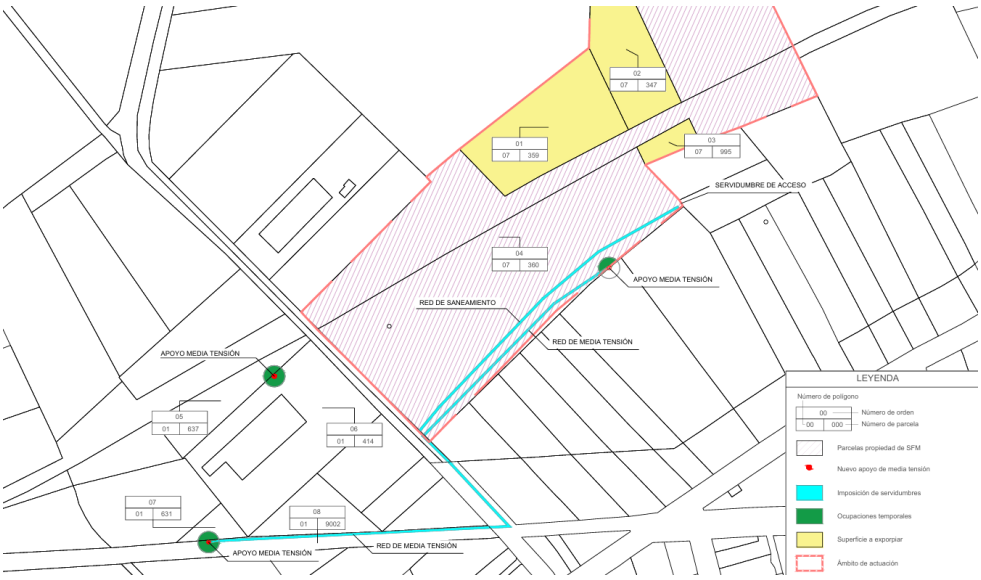


Ilustración 16. Plano parcelario

La propiedad de los terrenos es de Servicios Ferroviarios de Mallorca salvo las parcelas 07041A0070034700001K, 07041A0070035900001U y 07041A0070099500001J que son de titularidad privada.

5.9 Servidumbres

La parcela catastral 07041A007003600000IS tiene una servidumbre de paso a las fincas colindantes hacia el este 07041A007003490000ID y 07041A007003500000IK.

6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

Las actuaciones proyectadas responden a los objetivos planteados por Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) de modernizar las instalaciones existentes, mejorar la accesibilidad y funcionalidad de la estación, y avanzar hacia un modelo de infraestructura sostenible y energéticamente eficiente.

El ámbito de actuación comprende tanto el entorno ferroviario inmediato como las áreas anexas de servicio y estacionamiento, abarcando obras de carácter estructural, arquitectónico y energético, que permitirán la renovación completa de la estación.

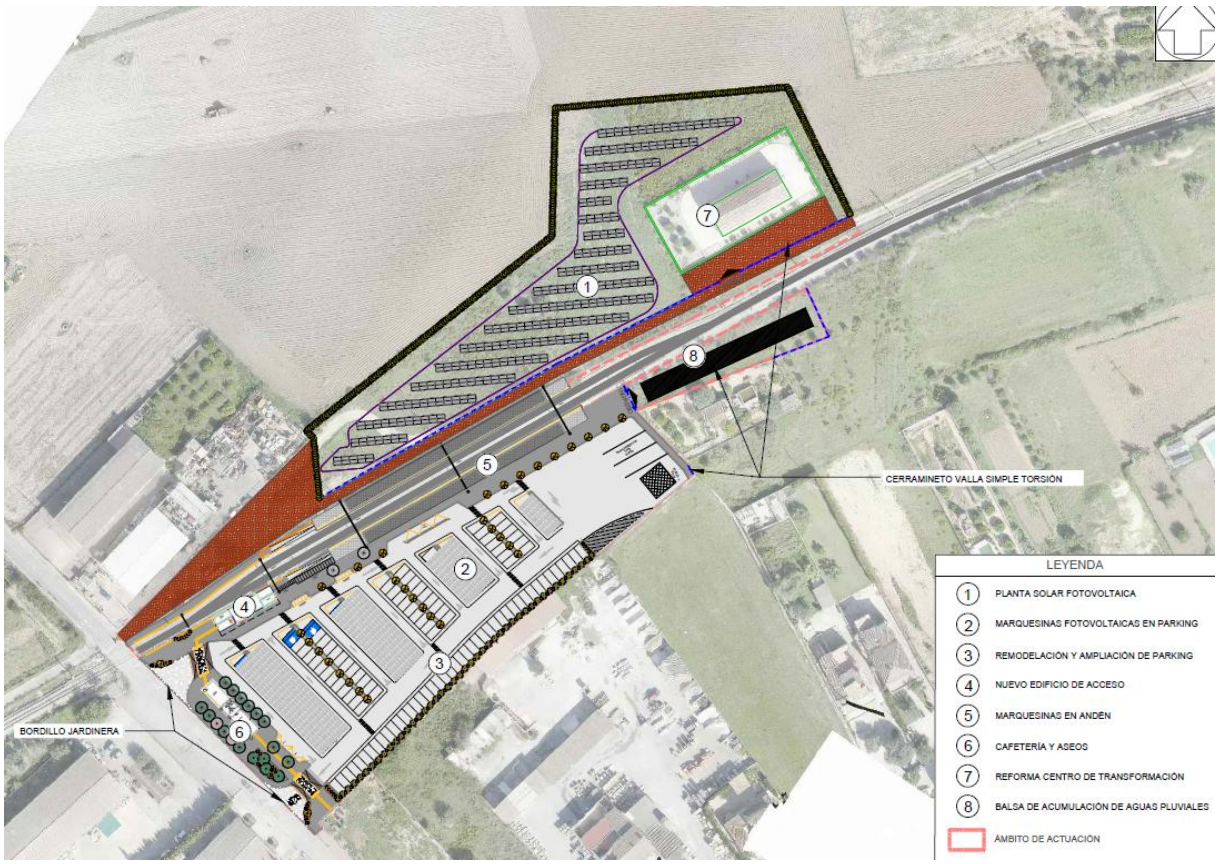


Ilustración 17. Planta proyectada

Las principales intervenciones incluidas en el proyecto son las siguientes:

- **Remodelación y ampliación del aparcamiento existente**, incorporando marquesinas con paneles solares y puntos de recarga para vehículos eléctricos.

- **Construcción de una marquesina sobre los andenes**, destinada a mejorar el confort y la protección de los viajeros.
- **Reparación y ampliación de los andenes ferroviarios**, conforme al estudio de patologías y propuesta de actuaciones elaborado por SFM en octubre de 2024.
- **Sustitución del edificio de control de accesos** y construcción de un **nuevo edificio complementario con aseos públicos**, que mejoran el servicio y la accesibilidad.
- **Instalación de una planta fotovoltaica** y **remodelación de la subestación eléctrica existente**, integrando la generación renovable y la gestión energética del conjunto.

Estas actuaciones se plantean de forma **coordinada e integrada**, garantizando la compatibilidad con la explotación ferroviaria, la normativa vigente y los criterios de durabilidad, seguridad y eficiencia constructiva exigidos en obras de este tipo.

6.1 Reordenación y ampliación del aparcamiento

6.1.1 Ordenación general

El aparcamiento actual de la estación de Petra presenta un firme deteriorado y una configuración funcionalmente obsoleta, por lo que se proyecta su demolición completa y reordenación integral, ampliando su superficie hacia los sectores este y noreste de la parcela hasta alcanzar una superficie total de 6.400 m².

En la nueva ordenación se han considerado las condiciones de coexistencia durante las obras con el edificio actual de accesos, garantizando su uso hasta la puesta en servicio del nuevo, así como la preservación del edificio de enclavamiento y la incorporación de un módulo anexo de cafetería y aseos públicos, todos ellos integrados dentro del sistema de itinerarios peatonales accesibles. Estos recorridos conectan directamente con la acera existente que une la estación con el núcleo urbano de Petra.

El aparcamiento contará con acceso y salida diferenciados, organizados mediante un vial de sentido único de 4,0 m de anchura, que se amplía hasta 7,5 m en la zona de entrada para permitir el acceso esporádico de autobuses.

En el interior se disponen seis alineaciones centrales de aparcamiento en batería doble y una alineación sencilla en el lateral este, separadas por viales de doble sentido, optimizando los recorridos de circulación y maniobra.

6.1.2 Distribución funcional y capacidad

La ordenación contempla distintos tipos de estacionamientos en función del uso, con la siguiente capacidad total:

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO
Bicicletas	15
Patinetes	10
Motos	10
Vehículos	172
General	155
Puntos de recarga de vehículos eléctricos	6
Reservados PMR	5
Car sharing	4
Taxis/VTC	2
Autobuses	3

Las plazas estándar para vehículos ligeros tienen unas dimensiones de 5,00 × 2,50 m, mientras que las plazas para personas con movilidad reducida (PMR) se sitúan próximas al edificio de accesos, cumpliendo con los criterios de accesibilidad del DB-SUA del CTE y la Orden VIV/561/2010. Se reservan además plazas para car sharing en cumplimiento de las directrices del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) del municipio y seis puntos de recarga para vehículos eléctricos con tomas dobles de corriente alterna.

Se ha previsto una zona específica de parada rápida para taxis o VTC, próxima a la entrada de la estación, con acceso en línea y maniobra directa. Asimismo, al fondo noreste del aparcamiento se dispone un área de estacionamiento para autobuses discrecionales, con una longitud total de 38,75 m, que permite maniobras de giro y estacionamiento simultáneo de hasta tres vehículos. Se mantiene igualmente el acceso a las dos fincas colindantes, garantizando su funcionalidad.

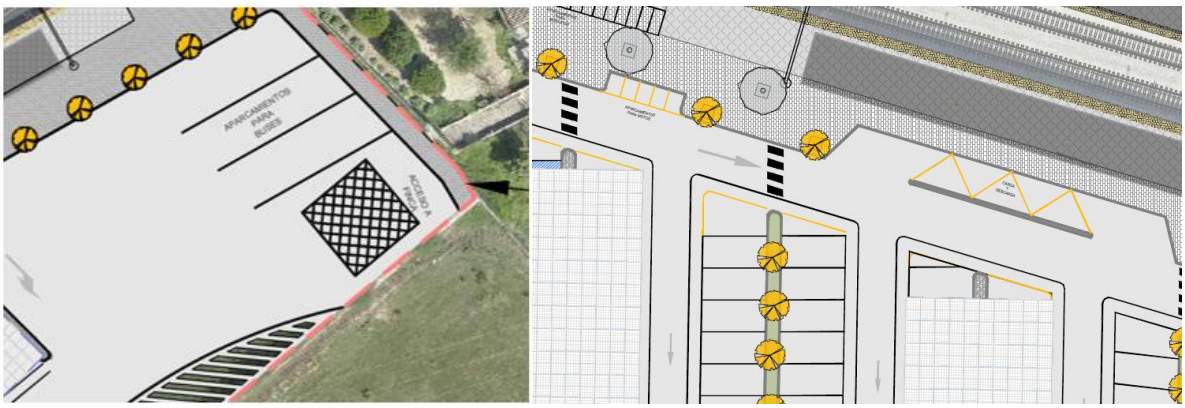


Ilustración 18. Planta ubicación zona de parada rápida y estacionamiento de autobuses

6.1.3 Movilidad peatonal y accesibilidad

Los itinerarios peatonales se definen de forma continua y segura, con prioridad sobre el tráfico rodado en los cruces de entrada y salida mediante pasos peatonales elevados. Desde las zonas de aparcamiento, los recorridos peatonales se realizan a nivel, con pavimentos diferenciados por textura y color, que guían visualmente hacia el acceso principal.

Junto a la acera de la estación se proyecta una zona de subida y bajada de pasajeros con capacidad para cinco vehículos, destinada al uso de corta estancia y con regulación temporal mediante señalización vertical.

6.1.4 Paisajismo y sostenibilidad

En las isletas centrales del aparcamiento se alternan marquesinas fotovoltaicas y alineaciones de arbolado, lo que permite conjugar la generación de energía renovable con la integración paisajística y sombreamiento natural de las plazas. En el límite este del aparcamiento se proyecta una barrera vegetal compuesta por arbolado de hoja perenne y especies arbustivas autóctonas, además de plantaciones en las aceras, manteniendo un ancho libre de paso peatonal mínimo de 1,80 m.

6.2 Pavimentación

En el ámbito de actuación se proyectan **cuatro secciones tipo de firme para las zonas de tráfico rodado** y **dos tipos de firmes para tránsito peatonal**, adaptadas a las distintas condiciones estructurales y funcionales del aparcamiento.

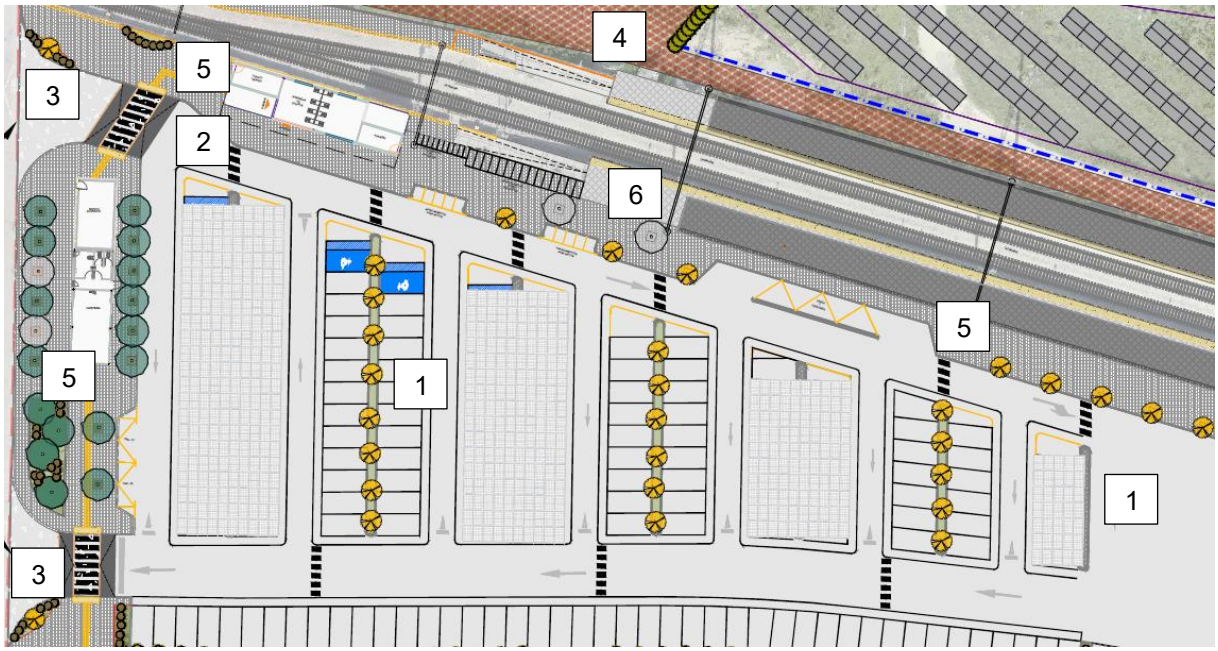


Ilustración 19. Identificación sección tipo pavimento tráfico rodado y peatonal

6.2.1 Firme para las zonas de tráfico rodado

El **pavimento principal (1)** corresponde al área de estacionamiento, donde se ha optado por un pavimento drenante tipo SUDS, constituido por adoquín microporoso VS5 Acqua (15×15×10 cm) o equivalente. Este sistema presenta una elevada capacidad de infiltración (2.624 mm/h), garantizando la evacuación natural de las aguas pluviales y evitando la formación de encharcamientos.

La sección estructural adoptada para esta zona es la siguiente:

- Adoquín microporoso 15×15×10 cm.
- Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm (5 cm).
- Geotextil separador superior.
- Subbase de grava machacada 4/20 mm (30 cm).
- Geotextil inferior sobre terreno natural.

Esta solución satisface simultáneamente las exigencias hidráulicas y estructurales, siendo adecuada para una categoría de tráfico T3 (acceso de vehículos comerciales ligeros, mantenimiento y emergencias).

En la entrada norte del aparcamiento, debido a la proximidad del colector de drenaje con clave a 0,70 m de profundidad, se dispone una **sección reforzada de pavimento drenante (2)**, que mantiene la permeabilidad del sistema y mejora la capacidad portante mediante una capa intermedia de hormigón drenante:

- Adoquín microporoso 15×15×10 cm.
- Capa de asiento 2/6 mm (5 cm).
- Hormigón drenante (10 cm).
- Subbase de grava machacada 4/20 mm (20 cm).
- Geotextil inferior sobre el terreno natural.

En el **vial de acceso al aparcamiento (3)**, con pavimento no drenante, se mantiene el mismo adoquín para lograr uniformidad estética, sustituyendo la subbase por zahorra artificial ZA-25 (20 cm) y sustituyendo la capa intermedia por un hormigón no drenante.

Finalmente, en el **camino de acceso al parque solar (4)**, se adopta una sección sencilla compuesta por 20 cm de zahorra artificial compactada sobre el terreno natural.

Estas soluciones garantizan la durabilidad, capacidad estructural y funcionalidad hidráulica del conjunto, adecuadas a los criterios de sostenibilidad y drenaje urbano establecidos por la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial” y las recomendaciones del Manual de Firmes Permeables (CEDEX).

6.2.2 Firme para las zonas de tráfico peatonal

Para las zonas destinadas al **tránsito peatonal**, se proyectan **dos secciones tipo de firme**, diferenciadas según su ubicación y nivel de uso.

El firme principal corresponde al **acerado general (5)**, que conecta los accesos del aparcamiento con los edificios de la estación y los itinerarios hacia el núcleo urbano. Se ha optado por una pavimentación de losas prefabricadas de hormigón de color gris, de 40×40×5 cm, dispuestas sobre una estructura resistente y estable, adecuada para tránsito peatonal y eventual paso de vehículos de mantenimiento.

Sección tipo – Acerado general:

- Baldosa prefabricada de hormigón 40×40×5 cm, color gris, acabado antideslizante.
- Capa de mortero de cemento M-40, espesor 3 cm.
- Losa de hormigón HM-20, espesor 10 cm.
- Capa de zahorra artificial ZA-25, espesor 20 cm, compactada al 100 % del Proctor modificado.

Esta solución ofrece una superficie continua, duradera y de fácil mantenimiento, compatible con los criterios de accesibilidad universal (DB-SUA del CTE) y con la estética general del entorno ferroviario.

El **pavimento del andén (6)** se ha diseñado conforme a los criterios de accesibilidad universal, seguridad ferroviaria y durabilidad frente al tránsito peatonal intenso, siguiendo las recomendaciones de ADIF y el Documento Básico SUA del CTE.

El acabado superficial se resuelve mediante un sistema modular de piezas prefabricadas de hormigón y cerámicas antideslizantes, combinadas para garantizar la detección táctil y visual por parte de las personas con movilidad o visión reducida.

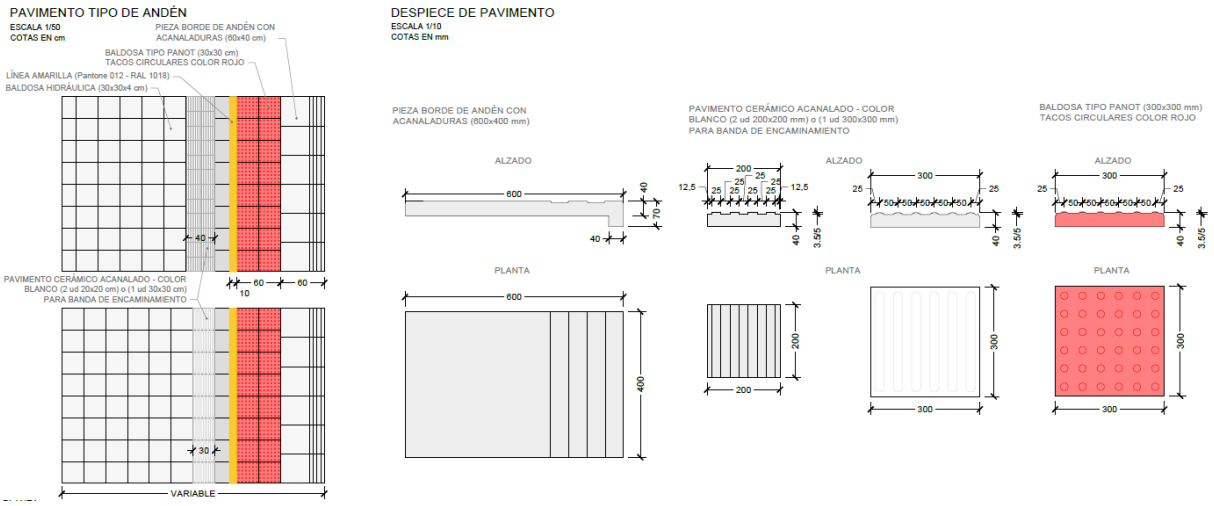


Ilustración 20. Solado andén

Configuración transversal:

- **Pieza de borde de andén** con acanaladuras (60×40×4 cm), de hormigón prefabricado, que actúa como remate de la losa estructural y proporciona agarre adicional en la zona más próxima a la vía.
- **Baldosa tipo panot** (30×30×4 cm) con tacos circulares de color rojo, utilizada como banda de advertencia podotáctil, que indica el límite de seguridad previo al borde del andén.
- **Línea amarilla de seguridad**, pintada sobre el pavimento con pigmento Pantone 012 – RAL 1018, delimitando la franja de riesgo frente al tren.

- **Pavimento cerámico acanalado color blanco**, compuesto por piezas de 20×20 cm o 30×30 cm, que conforma la banda de encaminamiento, facilitando la orientación táctil de los usuarios con discapacidad visual.
- **Baldosa hidráulica antideslizante** para el resto del andén, de 30×30×4 cm, en color neutro, dispuesta de forma ortogonal al sentido de circulación.

Esta solución garantiza una superficie continua, segura y antideslizante, resistente al tránsito peatonal y al mantenimiento ferroviario, con materiales de bajo mantenimiento y elevada durabilidad. El diseño cromático (rojo, blanco y amarillo) mejora la percepción visual y el guiado táctil, cumpliendo las exigencias de accesibilidad establecidas en la Orden FOM/305/2008 y en la Norma UNE 41510 sobre pavimentos podotáctiles.

6.3 Marquesinas

Dentro del ámbito de actuación se proyecta la implantación de seis marquesinas, destinadas a proporcionar sombra, protección frente a la intemperie y soporte estructural para instalaciones fotovoltaicas.

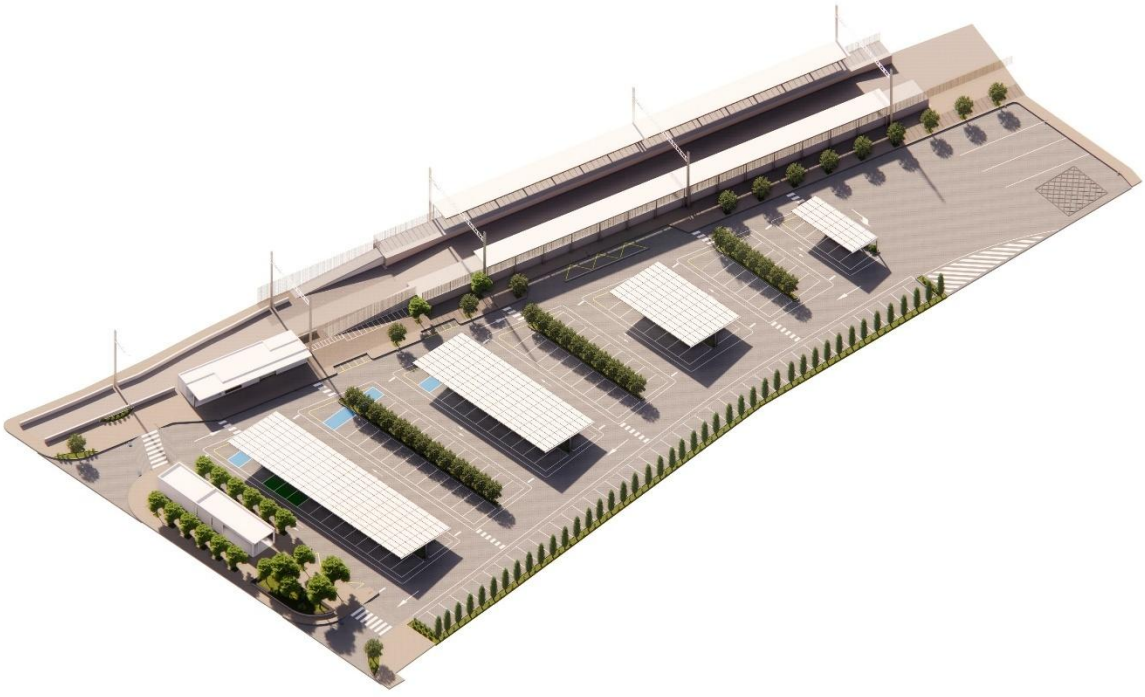


Ilustración 21. Vista general 3D marquesinas

Estas estructuras se distribuyen en dos zonas principales:

- **Cuatro marquesinas situadas en el aparcamiento**, concebidas como **marquesinas fotovoltaicas**, que integran en su cubierta módulos solares para la generación de energía eléctrica destinada al autoconsumo de la estación y a los puntos de recarga de vehículos

eléctricos.

- **Dos marquesinas ubicadas en los andenes**, destinadas a **mejorar el confort de los usuarios** durante la espera y proteger las zonas de embarque frente a las condiciones climáticas.

6.3.1 Marquesinas del aparcamiento con integración fotovoltaica

El aparcamiento se cubre mediante cuatro alineaciones de marquesinas metálicas orientadas al Sur, diseñadas para optimizar el aprovechamiento solar y proporcionar protección a los vehículos. De ellas, tres son de tipo 1 (marquesinas dobles) y una es de tipo 2 (marquesina simple), diferenciadas por su configuración estructural y disposición en planta.

6.3.1.1 Marquesinas tipo 1 – Dobles (Marquesinas 1, 2 y 3)

Corresponden a las tres alineaciones principales situadas en el lado oeste del aparcamiento, destinadas a cubrir dos hileras de plazas enfrentadas. Cada pórtico está formado por un pilar central HEB 220 y dos vigas principales HEB 320 de acero S275JR, que conforman una cubierta a doble vertiente con pendiente del 5° hacia el sur. Los pórticos se separan 7,50 m entre sí y transmiten las cargas a zapatas aisladas de hormigón armado HA-30.

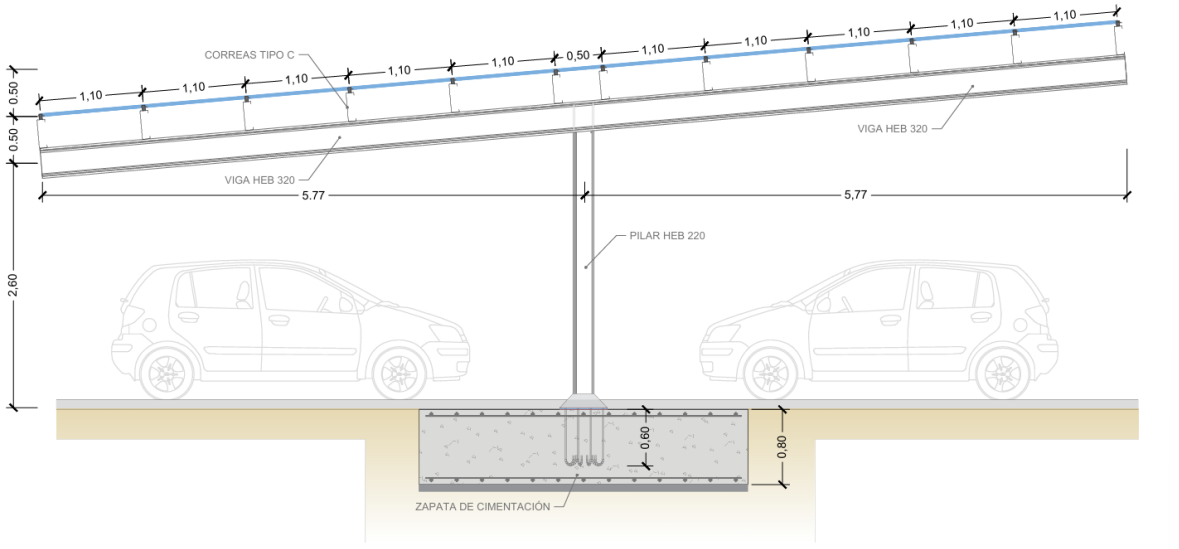


Ilustración 22. Sección tipo 1

Sobre las vigas se disponen correas tipo “C” de acero S235JR, que sirven de soporte para los rieles de anclaje de los módulos fotovoltaicos. Las uniones se realizan mediante tornillería galvanizada, garantizando una estructura ligera, rígida y duradera. La cubierta alcanza un ancho total de 11,5 m entre bordes de alero, con un gálibo libre mínimo de 2,50 m en el borde inferior y una altura máxima de 3,50 m en el eje de los pórticos.

Las zapatas se ejecutan con canto de 0,80 m y clase de exposición XC2, disponiendo una ligera pendiente superficial del 1° hacia el exterior para favorecer el drenaje. Los pilares se anclan mediante placas base y pernos tipo A-4t embebidos en mortero sin retracción tipo R4, asegurando la estabilidad frente a vuelco y deslizamiento (tensiones ≤ 0,14 MPa).

6.3.1.2 Marquesina tipo 2 – Simple (Marquesina 4)

Ubicada en el extremo este del aparcamiento, cubre una única hilera de plazas. Su estructura se compone de pilares HEB 220 y vigas principales HEB 320 de acero S275JR, configuradas a una sola agua con inclinación del 5° hacia el sur, lo que permite maximizar la captación fotovoltaica.

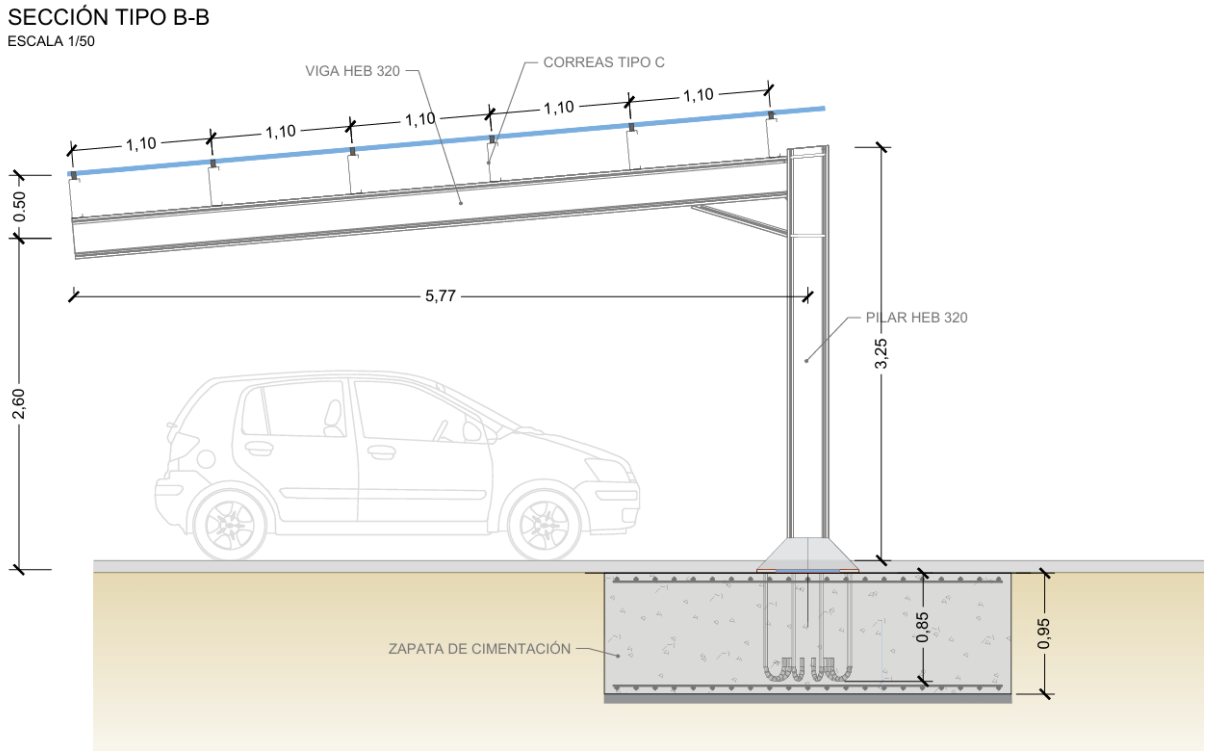


Ilustración 23. Sección tipo 2 (marquesina 4)

Cada pórtico se apoya en zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 de 2,36 × 2,46 m y 0,80 m de canto, armadas con barras Ø16 mm cada 15 cm. Las uniones entre pilares y vigas se refuerzan con cartelas triangulares (½ perfil HEB 220) y rigidizadores verticales soldados para mejorar la rigidez local. Las correas metálicas tipo “C” (S235JR) se disponen cada 1,10 m, actuando como soporte de los módulos fotovoltaicos.

Las verificaciones estructurales y geotécnicas confirman coeficientes de seguridad superiores a 1,50 frente a vuelco y deslizamiento, y tensiones de contacto inferiores a 0,14 MPa, cumpliendo el Código Estructural, la EAE y el CTE DB-SE-AE.

6.3.2 Marquesinas de los andenes

Se proyectan dos alineaciones de marquesinas metálicas, situadas respectivamente en los andenes norte y sur de la estación, con el fin de proporcionar cobertura a las zonas de espera y tránsito de viajeros, mejorando el confort y la protección frente a la lluvia y la radiación solar.

Cada marquesina presenta un desarrollo longitudinal aproximado de 70 metros, constituida por una sucesión de pórticos metálicos separados 4,00 m entre sí, alineados paralelamente al borde del andén. Los pilares se sitúan a 0,50 m del límite del andén, garantizando el gálibo ferroviario y evitando interferencias con la infraestructura de vía y catenaria.

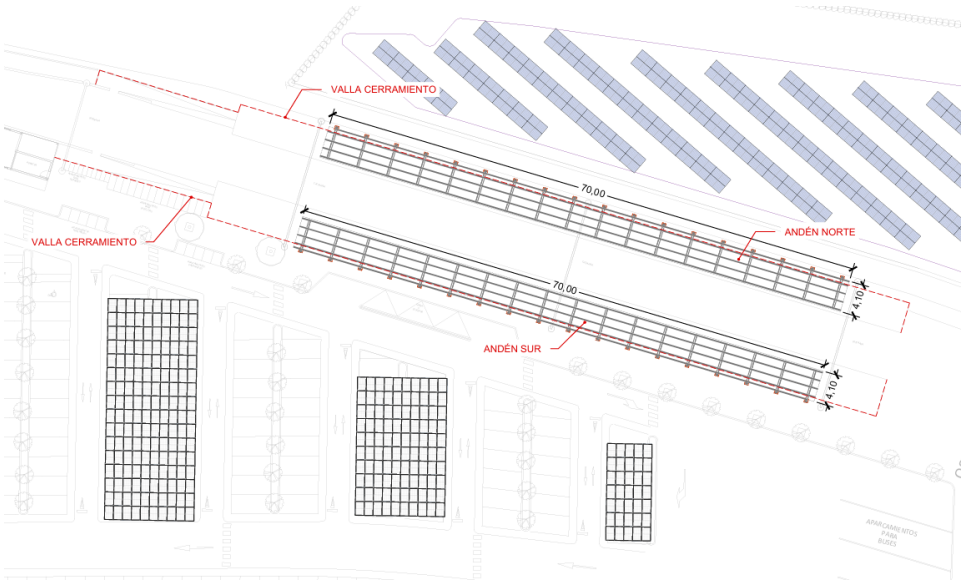


Ilustración 24. Plano planta estructura andén

Estructura resistente

Cada pórtico está formado por un pilar vertical HEB 220 y una viga principal HEB 220, ambos de acero S275JR conforme a la UNE-EN 10025-2. La unión entre viga y pilar se resuelve mediante soldadura continúa reforzada con cartela triangular, mejorando la rigidez del conjunto y reduciendo las deformaciones locales. La cubierta presenta una pendiente de 1° hacia el exterior del andén, lo que favorece la evacuación natural del agua de lluvia.

El gálibo libre bajo marquesina es de 2,46 m desde la cota de andén terminado, alcanzando una altura total de 4,20 m, suficiente para garantizar la ventilación transversal y el paso cómodo de los usuarios

Cubierta y acabados

La cubierta se resuelve mediante panel sándwich metálico aislante, fijado sobre correas tipo Z 140×60×53×2,5 mm de acero S235JR, separadas 0,70 m y dispuestas perpendicularmente a las vigas principales.

En la parte inferior se incorpora un falso techo continuo de madera sintética, que aporta una terminación

cálida y mejora la integración arquitectónica con el entorno de la estación. A lo largo del eje longitudinal de la marquesina se instala una tira lineal de iluminación LED, embebida en el falso techo, que garantiza un nivel uniforme de iluminación en la zona de espera, contribuyendo al confort y la seguridad nocturna.

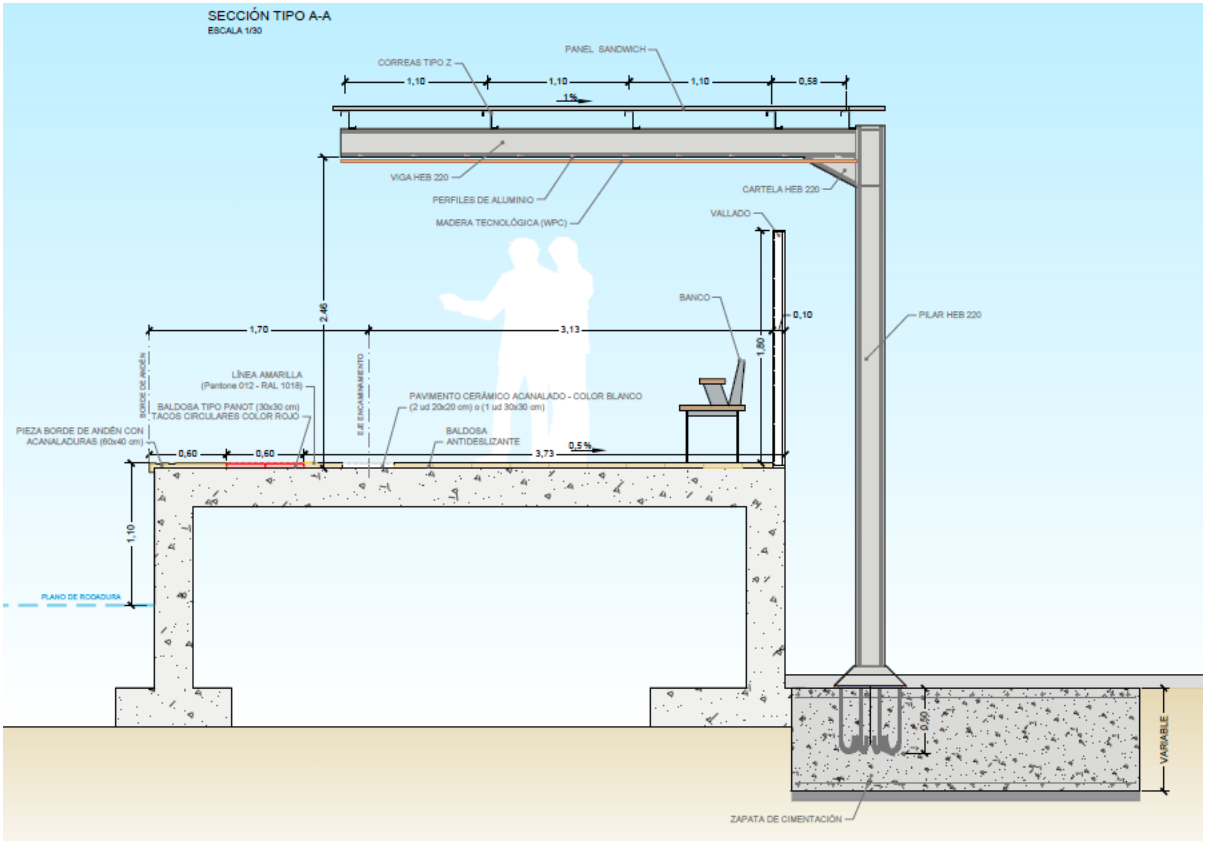


Ilustración 25. Sección tipo marquesina andén

Cimentación y anclajes

Cada pilar se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre hormigón de limpieza de 10 cm, con geometría rectangular y disposición excéntrica respecto al borde del andén. Las dimensiones medias de las zapatas son 1,45 × 2,50 m y 0,80 m de canto, armadas con barras Ø16 mm cada 15 cm en ambas direcciones. Se diseña para clase de exposición XC2, incorporando una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar acumulaciones de agua.

Los pilares metálicos se anclan mediante placas base de 500×500×18 mm (S275JR) fijadas con pernos Ø20 mm tipo A-4t embebidos en el hormigón y sellados con mortero sin retracción tipo R4. El replanteo se realiza con plantillas metálicas y control topográfico, asegurando la correcta alineación y compatibilidad con los cimientos de los postes de catenaria.

6.4 Andenes

En el ámbito de la estación se proyectan dos tipos de intervenciones sobre los andenes existentes, orientadas a mejorar su estado estructural, funcionalidad y accesibilidad:

1. **Reparación estructural de los andenes existentes**, destinada a corregir las patologías detectadas por SFM en su estudio de 2024, tales como fisuras, desprendimientos de recubrimiento y deterioro del hormigón, garantizando la durabilidad y seguridad de las estructuras.
2. **Ampliación del andén norte (andén 2),** que incrementará su anchura en 1,00 m hasta el límite interior definido por los postes de catenaria, con el fin de aumentar la capacidad de espera y la comodidad de los viajeros.

Estas actuaciones permitirán disponer de dos andenes con sección uniforme, mayor durabilidad y adecuación a la normativa de accesibilidad, garantizando la funcionalidad y seguridad en la explotación ferroviaria.

6.4.1 Reparación estructural del andén

La estación de Petra posee dos andenes, de 90 m de longitud cada uno, paralelos y con principio y final en idénticos PPKK, encontrándose ambos en servicio. El andén de vía 1 corresponde a sentido de circulación Manacor, mientras que el de vía 2 corresponde al sentido Palma. El andén de vía 1 es notablemente más ancho (5 m) que el de vía 2 (3 m). La tipología constructiva de ambos es de muros de hormigón prefabricado en paramentos verticales tanto de lado vía, como de lado calle. En cuanto al forjado de los andenes su tipología es de losa armada in situ sin aligerar, apoyada sobre los muros de andén en sus extremos. Ambas estructuras son iguales con la siguiente geometría:

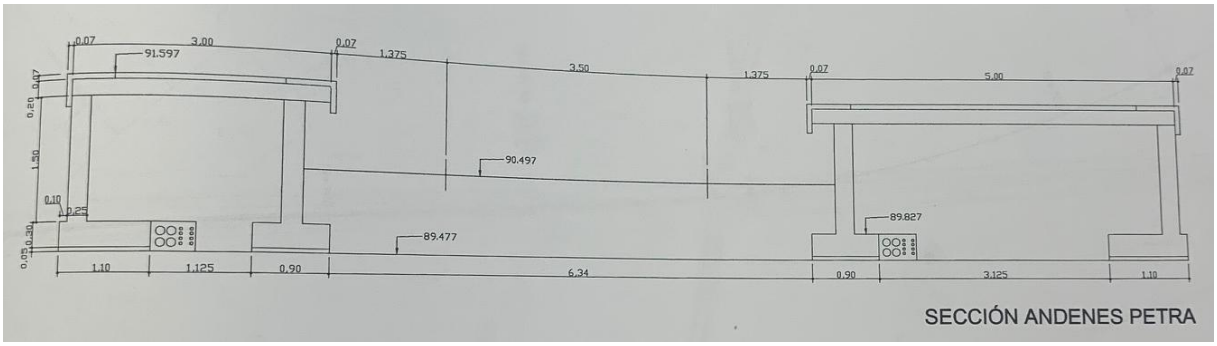


Ilustración 26. Sección andenes Petra existentes

En octubre de 2024 SFM ha llevado a cabo el Estudio de PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES de la Estación de Petra cuyo objeto es la reparación de los desórdenes y patologías observados, así como para incrementar la durabilidad de las mismas.

En general se detectan fisuras, humedades, eflorescencias y corrosión en las armaduras.

Para la reparación se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- **Reemplazo de sellado de juntas de dilatación** con pérdida de material o con sellado inadecuado. Rellenado de junta con material que permita dilataciones térmicas.

- **Inyección de grietas** (> 2 mm) y sellado superficial de fisuras (< 2 mm) tanto en paramentos verticales, como horizontales.
- **Reparación de hormigón** con daños por humedad, corrosión de armaduras o por ejecución de orificios. Pasivación de armaduras expuestas y tapado de las mismas con mortero.
- **Incremento de recubrimientos de hormigón** o alternativamente tratamiento mediante mortero cementoso elástico a la totalidad de las superficies de la estructura expuestas.
- **Impermeabilización** bajo pavimentos de andenes.
- **Creación de sistemas de ventilación y aireación de paramentos** interiores de andenes.
- **Rellenado con mortero** de cemento en zonas con deficiencias o recubrimiento insuficiente originados por un mal encofrado del hormigón, en particular en cara inferior de forjado de andén de vía 2.

6.4.2 Ampliación del andén norte

La ampliación del andén norte tiene por objeto extender la plataforma peatonal existente en 1,00 m de anchura, hasta el límite interior definido por los postes de la catenaria. La actuación permitirá aumentar la capacidad de estancia y la seguridad de los viajeros, manteniendo la continuidad funcional y estructural con el andén existente.

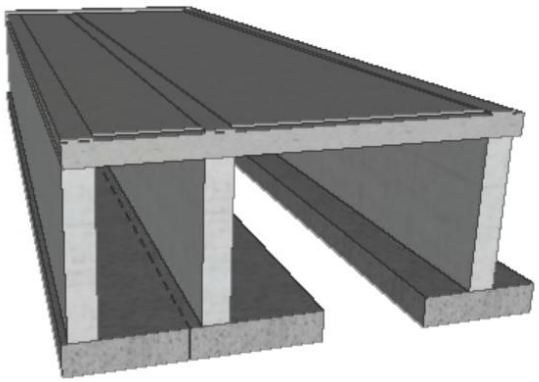


Ilustración 27. Vista 3D ampliación andén

6.4.2.1 Solución estructural adoptada

La ampliación se resuelve mediante la ejecución de un nuevo cuerpo estructural adosado al andén actual, formando un conjunto monolítico de hormigón armado HA-30, compuesto por:

- **Losa superior de andén**, de 0,20 m de espesor y 1,00 m de ancho, que prolonga la superficie útil existente.
- **Muro de contención**, de 1,70 m de altura libre y 0,25 m de espesor, encargado de resistir los empujes del relleno y transmitir las cargas al cimiento.

- **Zapata corrida de cimentación**, de 0,90 m de ancho y 0,30 m de canto, dispuesta bajo el eje del muro y alineada con el paramento del andén original.

El conjunto alcanza una altura total aproximada de 2,00 m desde la base de la zapata hasta la coronación de la losa. La geometría y disposición de los elementos replican la tipología existente, garantizando uniformidad constructiva y continuidad visual entre ambas estructuras.

6.4.2.2 Conexión estructural con el andén existente

La integración entre el nuevo tramo y el andén actual se realiza mediante barras corrugadas de acero B500S Ø20, dispuestas cada 1,00 m, que aseguran la solidarización monolítica entre ambos cuerpos de hormigón.

Estas barras se anclan parcialmente en el hormigón existente (HA-25) y en el nuevo hormigón (HA-30) mediante taladros y resina epoxídica de alta adherencia, permitiendo la transmisión de esfuerzos de tracción y cortante a través de la junta.

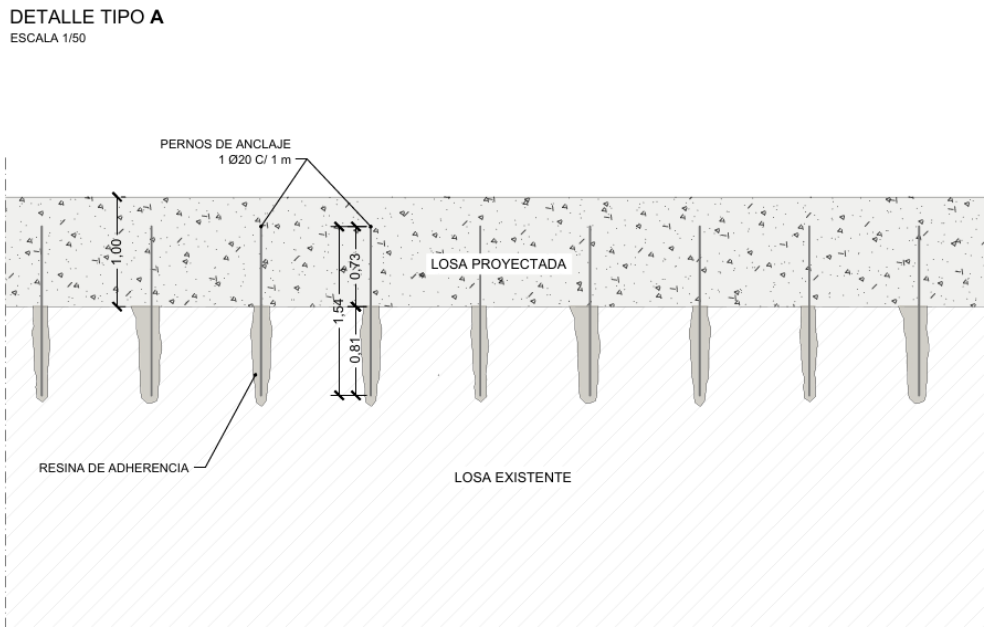


Ilustración 28. Detalle pernos de anclaje

Las longitudes de anclaje adoptadas, determinadas conforme al Artículo 49.5 del Código Estructural, son:

- En hormigón existente (HA-25): **0,81 m**.
- En hormigón nuevo (HA-30): **0,73 m**.

Esta disposición garantiza un comportamiento conjunto entre ambos elementos, evitando deslizamientos o fisuras en la unión y manteniendo la capacidad portante del andén en toda su anchura.

Armaduras del conjunto

- **Losa superior:** doble mallazo Ø10 cada 15 cm en ambas direcciones, con prolongación de las armaduras sobre el muro.
- **Muro de contención:** doble cara de acero, con armadura vertical Ø10 cada 30 cm y horizontal Ø8 cada 25 cm.
- **Zapata corrida:** armadura principal inferior Ø12 cada 25 cm en ambas direcciones y superior Ø10 cada 30 cm.

Las armaduras cumplen las prescripciones de recubrimiento, anclaje y disposición establecidas en el Código Estructural, garantizando durabilidad, rigidez y control de fisuración.

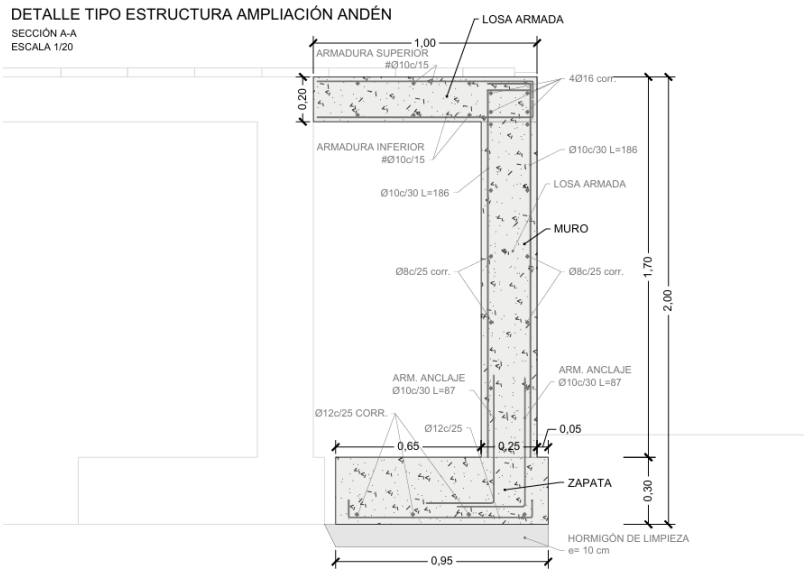


Ilustración 29. Detalle armado andén

6.5 Edificios

6.5.1 Edificio de Control de accesos

El edificio está destinado exclusivamente al control de acceso a los andenes. Dispone de un espacio principal de 9,95 × 4,80 m y 2,60 m de altura libre, que alberga tres tornos de control accesibles y una máquina expendedora de billetes. A este volumen se adosan dos dependencias auxiliares: un cuarto técnico de 10,96 m², destinado a albergar las instalaciones eléctricas y fotovoltaicas, y un almacén de uso exclusivo de SFM con una superficie de 11,95 m².

El edificio se emplaza manteniendo el eje de la envolvente del antiguo edificio, junto al límite de vía. La fachada sureste se separa 4,30 m del nuevo bordillo del aparcamiento, reduciéndose hasta 2,50 m en la zona de estrechamiento. El acceso principal se sitúa en esquina, formado por dos puertas enrollables metálicas bajo un voladizo de protección que enfatiza la entrada. En la fachada opuesta, una puerta alineada con la rampa de acceso a andenes garantiza la continuidad del recorrido peatonal. Además,

la fachada sureste incorpora un hueco acristalado de 3,00 × 2,20 m, que proporciona iluminación natural y ventilación al interior.

El edificio permanecerá abierto durante el horario de servicio ferroviario y cerrado al finalizar las operaciones diarias, garantizando la seguridad y el control de accesos del recinto.

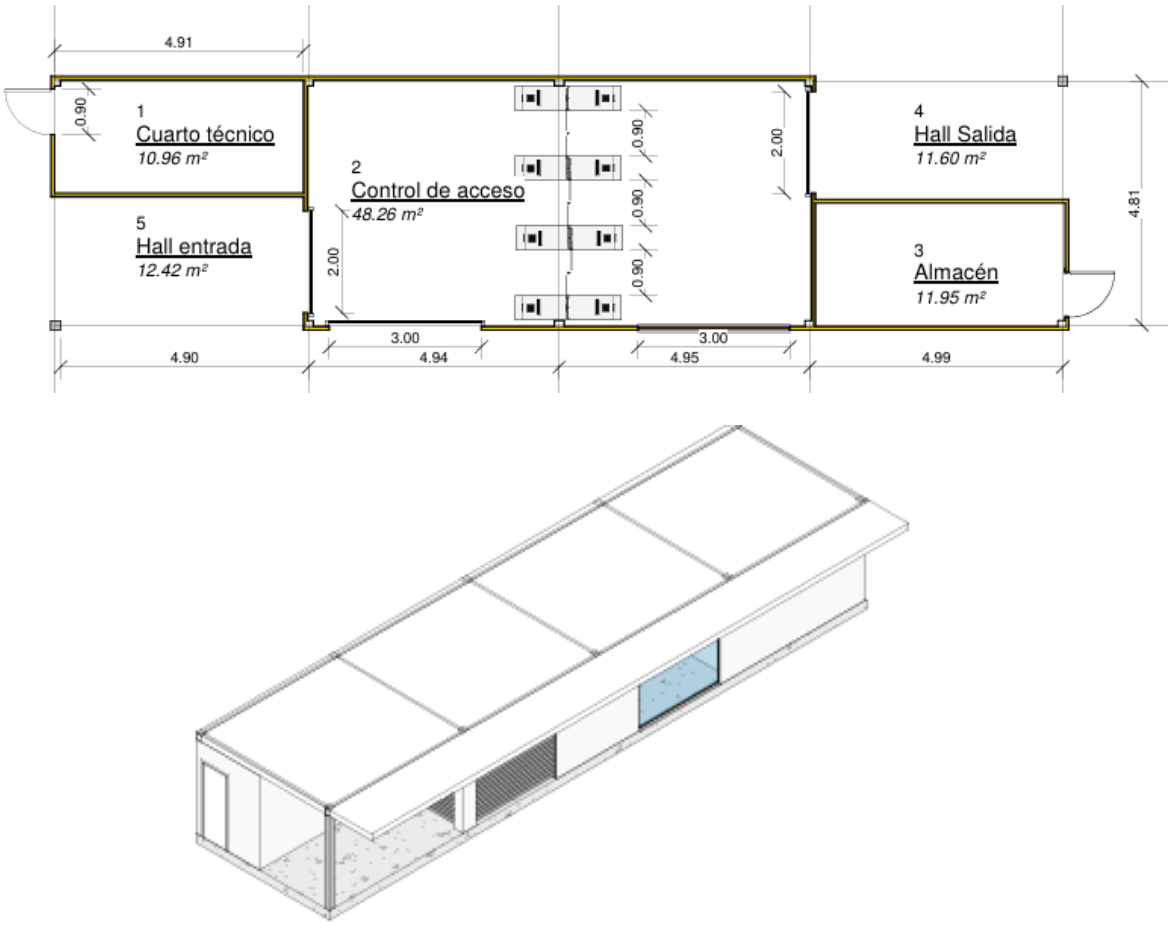


Ilustración 30: Edificio de acceso

La estructura del edificio se resuelve mediante un sistema metálico porticado, compuesto por cinco pórticos transversales que conforman cuatro vanos de 5,00 m entre ejes. Los pilares, ejecutados con perfiles UPN-180, y los dinteles, con perfiles UPN-220, soportan una cubierta ligera formada por correas metálicas ZF-160×3,0 mm dispuestas cada 1,00 m. En el lateral sur se dispone un voladizo continuo de 1,60 m de longitud, que actúa como protección del acceso principal frente a la lluvia y la radiación solar. La cubierta mantiene una pendiente del 1 % hacia el sur, favoreciendo la evacuación del agua de lluvia mediante una canaleta longitudinal.

La cimentación se ejecuta con zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 (acero B500S), vinculadas mediante vigas de atado y centradoras para equilibrar excentricidades y evitar asientos diferenciales. En total se disponen diez zapatas, organizadas en dos alineaciones bajo los pilares, todas ellas contenidas dentro de la plataforma del edificio.

La envolvente se compone de cerramientos ligeros tipo panel sándwich y carpinterías metálicas, con un diseño sencillo y funcional. El voladizo exterior proporciona además una protección eficaz frente a la intemperie en las zonas de acceso.

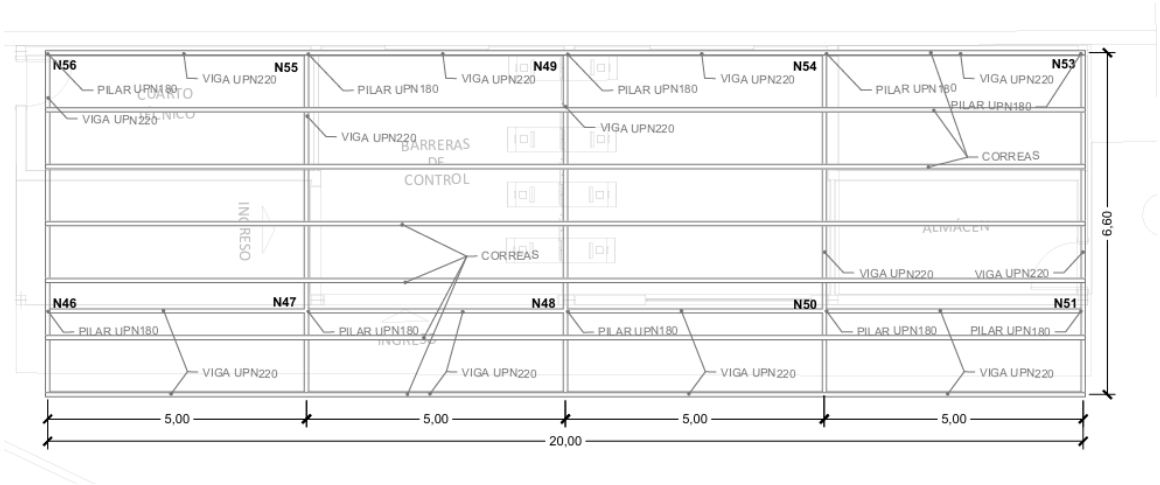
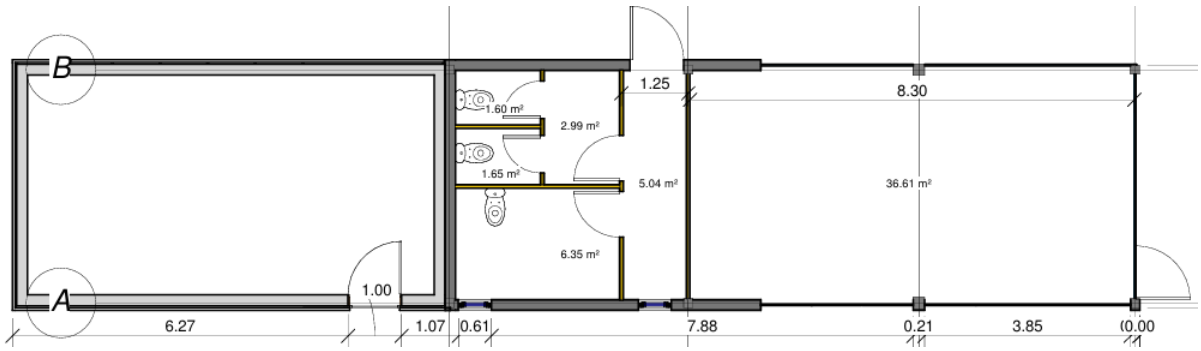


Ilustración 31. Visualización de elementos estructurales

6.5.2 Edificio complementario

El edificio complementario se configura como un volumen anexo al edificio de enclavamiento existente, destinado a albergar la envolvente de una futura cafetería —no incluida en el presente proyecto—, la preinstalación de agua y saneamiento, y un bloque de tres aseos (hombres, mujeres y PMR), que podrán utilizarse de forma independiente respecto al espacio de cafetería.

El edificio se desarrolla en planta libre de 4,24 × 12,75 m interiores, con acceso principal en la fachada sureste y una puerta de servicio en la fachada noreste, destinada exclusivamente a los aseos. Su implantación se realiza adosada al lateral sureste del edificio de enclavamiento, sobre la calle Guillem Moragues, manteniendo el mismo ancho para lograr una lectura arquitectónica unitaria entre ambos volúmenes. Las distancias de referencia son: 6,55 m a la calle Guillem Moragues, 19,20 m al nuevo bordillo sureste y 3,25 m al lindero noreste.



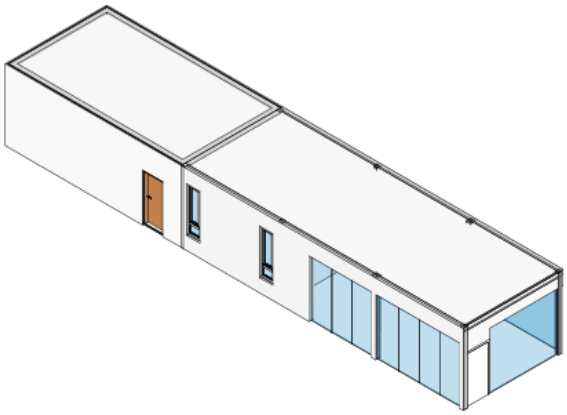


Ilustración 32: Edificio complementario. Cafetería y Aseos.

La estructura se resuelve mediante cuatro pórticos metálicos transversales, que configuran tres vanos de entre 4,09 y 4,17 m. Los pilares son perfiles UPN-160, excepto en el tercer pórtico, donde se utiliza un UPN-200 para resistir las mayores solicitaciones de viento cuando los acristalamientos se encuentren abiertos. Los dinteles principales se ejecutan con perfiles UPN-200, y sobre ellos se disponen correas ZF-160×3,0 mm separadas 1,00 m, que además de soportar la cubierta ligera, actúan como arriostramiento transversal del conjunto. La cubierta presenta una pendiente del 1 % hacia el oeste, que facilita la evacuación del agua de lluvia. Todos los elementos estructurales se fabrican en acero S275JR, con ejecución conforme a la EN 1090-2 y acabado galvanizado en caliente o zinc-magnesio (ZM310–ZM430). La tornillería estructural es 8.8 galvanizada, con par de apriete controlado según norma.

La cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado HA-30, unidas entre sí mediante vigas de atado y centradoras de 40×50 cm y 40×40 cm, que garantizan la estabilidad y el equilibrio frente a las excentricidades de los pilares. Se distinguen tres tipologías:

El diseño garantiza tensiones de contacto ≤ 0,14 MPa y factores de seguridad adecuados frente a vuelco y deslizamiento. Todas las zapatas se disponen enterradas 0,25 m bajo la cota de solera, permitiendo la correcta ejecución del pavimento y el paso de las instalaciones.

La envolvente se resuelve con cerramientos ligeros tipo panel sándwich color blanco, que unifican visualmente este volumen con el resto de edificaciones de la estación y proporcionan una imagen arquitectónica homogénea y contemporánea.

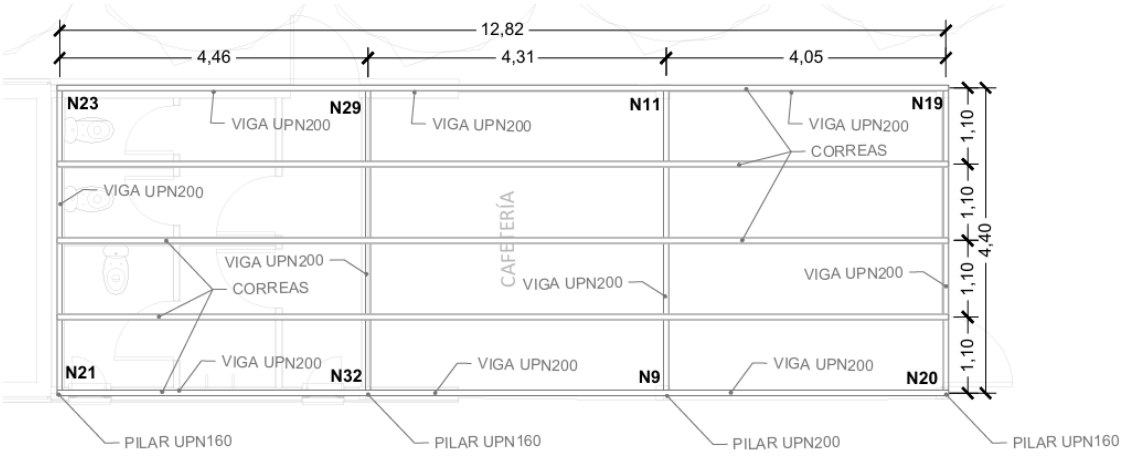


Ilustración 33. Visualización de elementos estructurales.

6.5.3 Edificio de enclavamiento existente

El centro de enclavamiento actual contiene numerosas instalaciones de difícil traslado por lo que se mantiene. Se proyecta la modificación de su fachada para integrarlo en el nuevo conjunto, manteniendo la fachada con el mural del artista Joan Agulló.

Para ello se plantea picar el alero para enrasarlo con la fachada, además de demoler la cubierta de teja curva, ya que debajo existe un recinto cerrado prefabricado, se realizará una protección de este punto frente a humedades y se pondrá un sistema de recogida y evacuación de aguas, para recubrir el edificio con doble fachada de panel sándwich con terminación en láminas de acero galvanizado pintado en blanco (sistema similar al de las fachadas ventiladas), al igual que el nuevo edificio anexo, de modo que se planea la armonización visual de todo el conjunto mediante los acabados.



Ilustración 34: Edificio Existente

6.6 Parque fotovoltaico

Con el objetivo de reducir las emisiones de CO_2 y fomentar el uso de energías renovables, se proyecta la ejecución de una planta solar fotovoltaica asociada a la estación de Petra. La instalación se divide en dos zonas diferenciadas, que en conjunto suministrarán energía al sistema eléctrico de la estación y a los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

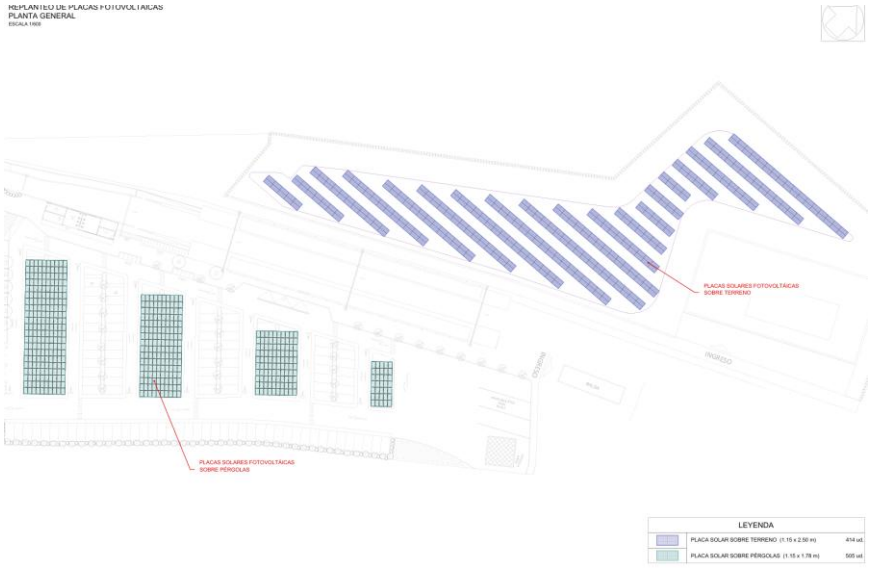


Ilustración 35. Planta fotovoltaica proyectada

6.6.1 Zona 1 – Planta fotovoltaica sobre suelo

Ubicada en el lado norte de las vías, junto a la subestación eléctrica existente, esta zona ocupa la parcela de SFM y las dos parcelas colindantes hacia el oeste. La planta se compone de 414 módulos fotovoltaicos de 635 Wp cada uno, alcanzando una potencia pico total de 262,89 kWp. La energía generada se canaliza hacia un conjunto de inversores compuestos por dos unidades de 100 kW y una unidad de 110 kW, que proporcionan una potencia nominal total de 262,89 kWp (177,80 + 85,09). Los módulos se disponen orientados al sur, con separación suficiente entre filas para evitar sombras y permitir el paso de vehículos de mantenimiento.

6.6.2 Zona 2 – Instalación fotovoltaica en marquesinas del aparcamiento

La segunda zona se sitúa en las cubiertas de las marquesinas metálicas del aparcamiento, donde se instalarán 505 módulos fotovoltaicos de 425 Wp cada uno, que suman una potencia pico total de 262,96 kWp. Los módulos se integran directamente en la cubierta inclinada de las marquesinas, orientados al sur con una pendiente de 5°, coincidente con la geometría estructural.

Esta zona cuenta con seis inversores de distintas potencias, con una potencia nominal total de 230 kWp, garantizando el rendimiento óptimo y el equilibrio entre los campos solares y el sistema de conversión.

Planta FV	Pot. unitaria	Pot por módulos	Pot. inversor
Módulos (414 Uds)	635 Wp	262’89 kWp	
Inversores(2uds)	100kW		177’80 kWp
Inversores (1ud)	110 kW		85’09 kWp
Aparcamiento			
Módulos (505 Uds)	460 Wp	232’30 kWp	
Inversores(6 uds)	Varias potencias		232’30 kWp
Potencia total instalación		**495’19 kWp**	**495’19 kWp**

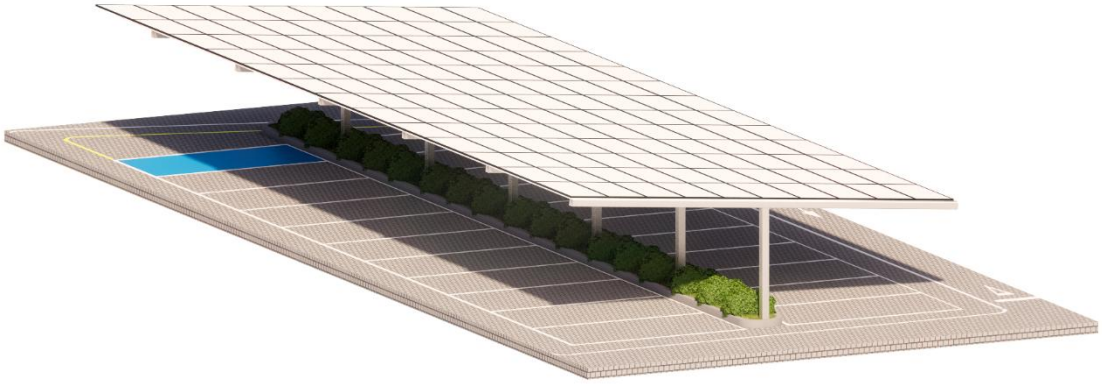


Ilustración 36: Vista 3D paneles aparcamiento

6.6.3 Estructura mesas para parque solar

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos de la planta solar se resuelve mediante mesas metálicas biposte hincadas al terreno, configuradas como un sistema estructural ligero, económico y de rápida instalación, adecuado para cimentaciones directas sin uso de hormigón.

Cada mesa está formada por dos apoyos verticales (postes) hincados al terreno, unidos por un dintel longitudinal sobre el que se disponen las correas de fijación de los módulos. Este conjunto constituye una estructura estable frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, garantizando la rigidez necesaria en servicio y un óptimo aprovechamiento del terreno.

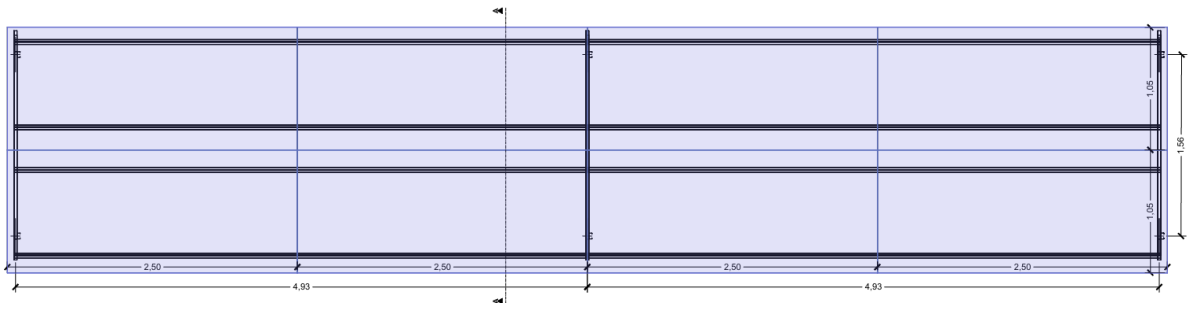


Ilustración 37. Estructura en planta mesas parque solar

La disposición en planta sigue la configuración general del parque solar, con separación entre pórticos de 4,93 m (centro a centro), lo que permite soportar cuatro módulos fotovoltaicos por vano. Las filas se orientan al sur, con una pendiente de 20°, optimizando la captación solar y facilitando la evacuación del agua de lluvia.

El sistema admite pequeñas irregularidades del terreno, ajustando la profundidad de hinca de los postes para mantener la inclinación y alineación del conjunto. Los módulos se fijan a las correas mediante presores intermedios y terminales de aluminio anodizado o acero galvanizado, asegurando ventilación posterior, holguras perimetrales y dilataciones térmicas adecuadas.

La cimentación se resuelve mediante hinca directa de los postes metálicos al terreno, sin necesidad de zapatas ni hormigones, lo que permite una ejecución rápida, reversible y con mínima afección al terreno natural.

Los postes se introducen mediante martinete hidráulico o neumático, con control de verticalidad, pudiendo realizarse predrilling (perforación previa) en zonas con bolos o terreno muy compacto. Las profundidades de hinca de proyecto son:

- Poste delantero: hasta 1,50 m desde rasante.
- Poste trasero: hasta 1,80 m desde rasante.

Estas profundidades aseguran un empotramiento suficiente frente a las acciones de viento y momentos de vuelco, garantizando la estabilidad global sin necesidad de rigidizadores adicionales.

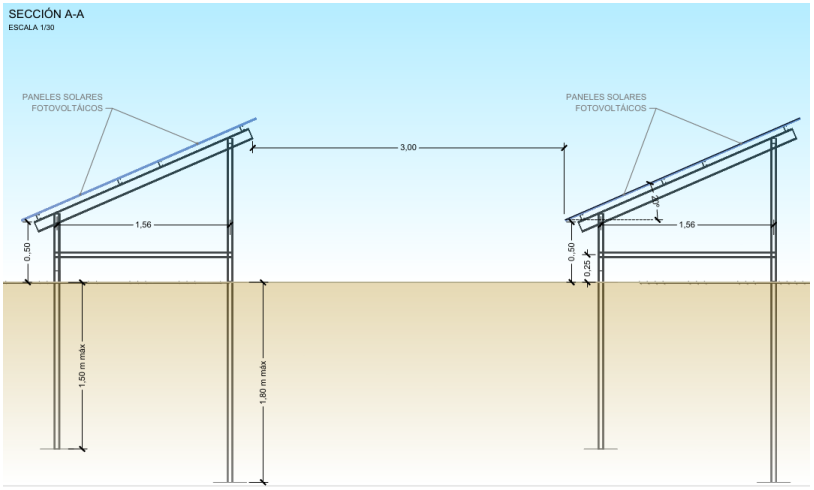


Ilustración 38. Sección tipo mesas parque solar

6.6.4 Ensayos de verificación (POT – Pull-Out Test)

Antes del montaje completo de las estructuras, se llevará a cabo una campaña de ensayos de tracción y carga lateral (POT) con el fin de verificar la capacidad portante real del sistema de hinca y ajustar las profundidades de empotramiento de los postes metálicos en función del comportamiento del terreno.

Los ensayos se realizarán sobre un número representativo de apoyos distribuidos por el ámbito de la planta, aplicando cargas progresivas de tracción y empuje lateral, y registrando los desplazamientos verticales y horizontales mediante instrumentación de control (reloj comparador o sistema óptico).

Los resultados obtenidos en esta fase previa permitirán definir con precisión la profundidad final de hinca de cada tipo de poste (delantero y trasero), garantizando que las estructuras trabajen dentro de los límites elásticos previstos y mantengan la pendiente y alineación establecidas en proyecto.

Los criterios de aceptación adoptados son los habituales en estructuras solares biposte:

- Desplazamiento lateral ≤ 30 mm bajo carga de ensayo y ≤ 25 mm tras la descarga.
- Desplazamiento en tracción ≤ 20 mm bajo carga de ensayo y ≤ 10 mm tras la descarga.

El cumplimiento de estos valores asegura que la cimentación por hinca presente un comportamiento elástico, estable y sin pérdida de capacidad portante, garantizando la seguridad estructural de las mesas fotovoltaicas durante toda su vida útil.

6.7 Cargadores eléctricos

La estación dispondrá de un sistema de generación de energía eléctrica mediante instalación fotovoltaica, integrada en las marquesinas del aparcamiento y en la planta solar situada al norte de las vías. Parte de la energía generada se destinará al autoconsumo y, en particular, a la alimentación de los puntos de recarga para vehículos eléctricos instalados en el aparcamiento.

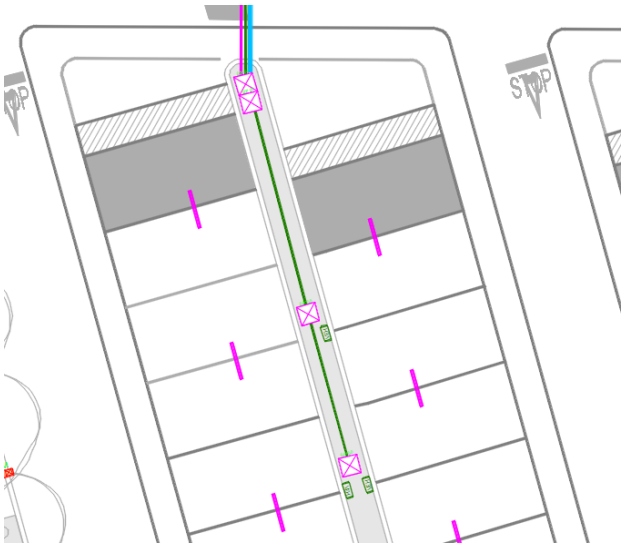


Ilustración 39. Ubicación cargadores eléctricos

Se instalarán tres módulos de recarga, cada uno equipado con dos puntos de carga de 22 kW, lo que permite seis posiciones de recarga simultánea. Los equipos se conectarán al sistema fotovoltaico y al cuadro general de baja tensión, garantizando la compatibilidad con el régimen de autoconsumo y la gestión energética inteligente del conjunto. Los cargadores estarán dotados de protecciones

diferenciales y magnetotérmicas, contadores MID y comunicación OCPP, de acuerdo con la normativa UNE-EN 61851 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT – ITC-BT-52).

6.8 Red de servicios proyectadas

6.8.1 Red de Drenaje

Se ha realizado una prueba de infiltración en el terreno en la zona del aparcamiento para comprobar la viabilidad de proyectar pavimentos drenantes. El resultado obtenido indica que, por debajo de la capa de tierra vegetal, el terreno presenta carácter impermeable. No existiendo punto de conexión de aguas pluviales en las inmediaciones, se proyecta un sistema de drenaje sostenible que recoge el agua de escorrentía generada en el aparcamiento, la lámina y la conduce hacia una **balsa de retención e infiltración** ubicada en el extremo noreste del ámbito.

El sistema se compone de una red secundaria de recogida en accesos y cubierta (Edificio complementario), y de una red principal que recoge el drenaje del aparcamiento a través del pavimento permeable.

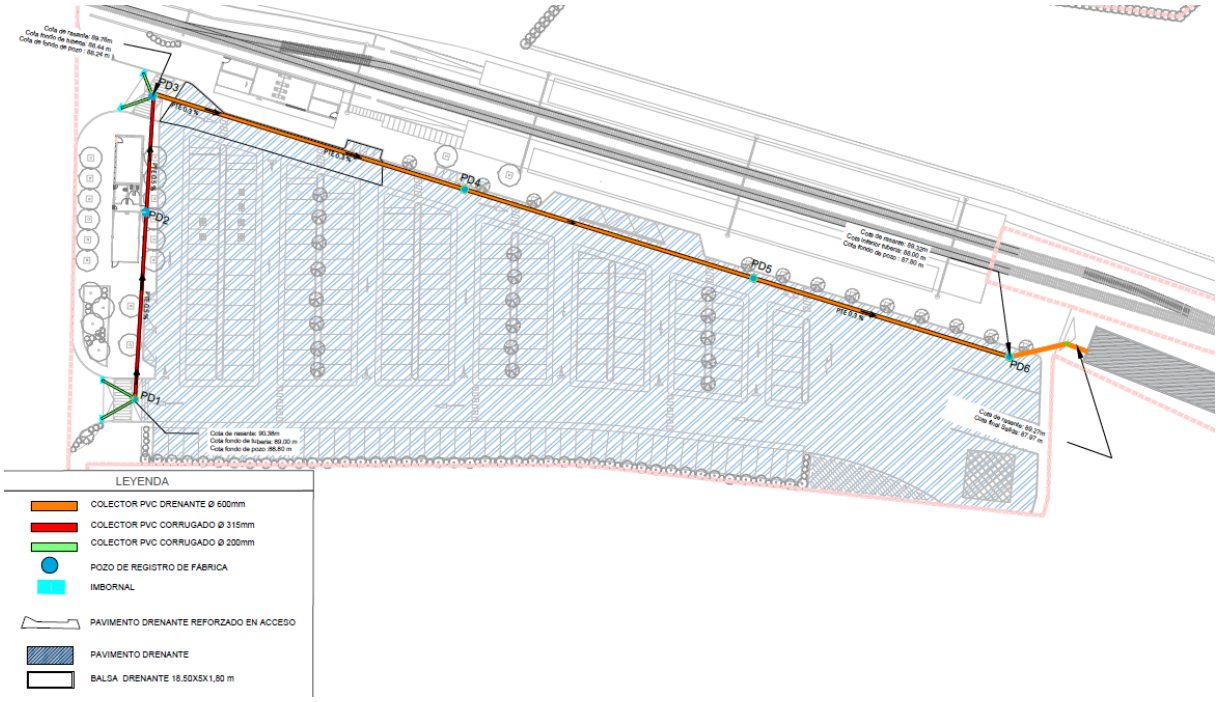


Ilustración 40. Plano en planta de sistema de drenaje

La red secundaria comienza en los accesos de entrada y salida del aparcamiento (señalados en verde en el plano) se disponen **sumideros**, cuyo objetivo es evitar encharcamientos en las inmediaciones de los pasos de peatones elevados.

Estos sumideros se conectan a un **colector de PVC corrugado de 315 mm de diámetro** (marcado en rojo en el plano), que discurre por el acerado de la zona oeste.

En la traza de esta tubería se conecta la red de drenaje de la cubierta de la cafetería proyectada. Allí, enlaza con los sumideros situados en la salida norte, conformando la red secundaria de recogida.

Desde el extremo noroeste comienza la **tubería de drenaje principal** (marcada en naranja en el plano), ejecutada mediante tubería corrugada de PVC drenante de **600 mm de diámetro**.

Esta conducción se diseña para recoger el conjunto de la escorrentía infiltrada a través del pavimento permeable del aparcamiento. Para garantizar el correcto funcionamiento hidráulico y permitir labores de mantenimiento, se dispondrán pozos de registro cada 50 metros.

Para laminar y evacuar este volumen se expropia una parcela residual contigua a la vía donde se dispone una **balsa de retención/infiltración** de **302,40 m³** y dimensiones **56,0 × 6,0 × 1,8 m**, situada en el extremo noreste del ámbito. Esta infraestructura recibe la aportación del pavimento permeable y favorece su **infiltración controlada** en el terreno, en coherencia con la estrategia SUDS definida en el proyecto.

6.8.2 Red Saneamiento y abastecimiento

Con el fin de mejorar las condiciones de evacuación y adaptar el trazado de la red al nuevo orden de viales del aparcamiento, se proyecta la interceptación del colector existente en la esquina noreste del ámbito y su reposición mediante una nueva conducción de hormigón Ø400 mm.

El nuevo colector discurrirá bajo el vial de salida del aparcamiento, siguiendo un trazado prácticamente rectilíneo hasta enlazar con el pozo de conexión existente en el vial principal, que se encuentra a una profundidad aproximada de 1,70 m. Este pozo constituye el punto de vertido a la red municipal y establece la cota hidráulica de referencia para el dimensionamiento del nuevo tramo.

El colector actual quedará fuera de servicio y será demolido en el tramo comprendido dentro de la parcela, garantizando la desconexión completa de los ramales interiores y su sustitución por la nueva infraestructura.

Las características geométricas y constructivas del colector proyectado son las siguientes:

- **Diámetro interior**: 400 mm
- **Material**: Hormigón armado, con junta elástica estanca, conforme a la norma UNE-EN 1916
- **Longitud total**: 164,83 m
- **Cota fondo pozo inicial**: 89,38 m
- **Cota fondo pozo de conexión existente**: 88,83 m
- **Pendiente media:** 0,33 %

El empleo de tubería de hormigón se justifica por la escasa profundidad disponible, ya que en algunos tramos la cubierta del tubo resulta limitada debido a la rasante del vial de salida. En estas condiciones,

el uso de un tubo de PVC no proporcionaría la resistencia mecánica suficiente frente a las cargas del tráfico rodado, motivo por el cual se adopta el hormigón como solución más resistente y estable.

El trazado se ejecutará en zanja convencional, con profundidad variable entre 1,50 y 1,90 m, disponiendo una cama de asiento de arena seleccionada de 10 cm, relleno lateral compactado por tongadas y relleno superior con material adecuado conforme a las especificaciones del pliego. Los pozos de registro intermedios se ubican en los cambios de dirección o de pendiente, dotados de marcos y tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado.

Además, se proyecta un aliviadero de emergencia Ø100 mm, que se conecta desde el pozo nº1 y descarga en la balsa de retención de pluviales situada al sureste del aparcamiento. Aunque este recorrido es más largo que el inicialmente previsto, permite ganar cota hidráulica y mejorar el funcionamiento del sistema en caso de sobrecarga de la red unitaria.

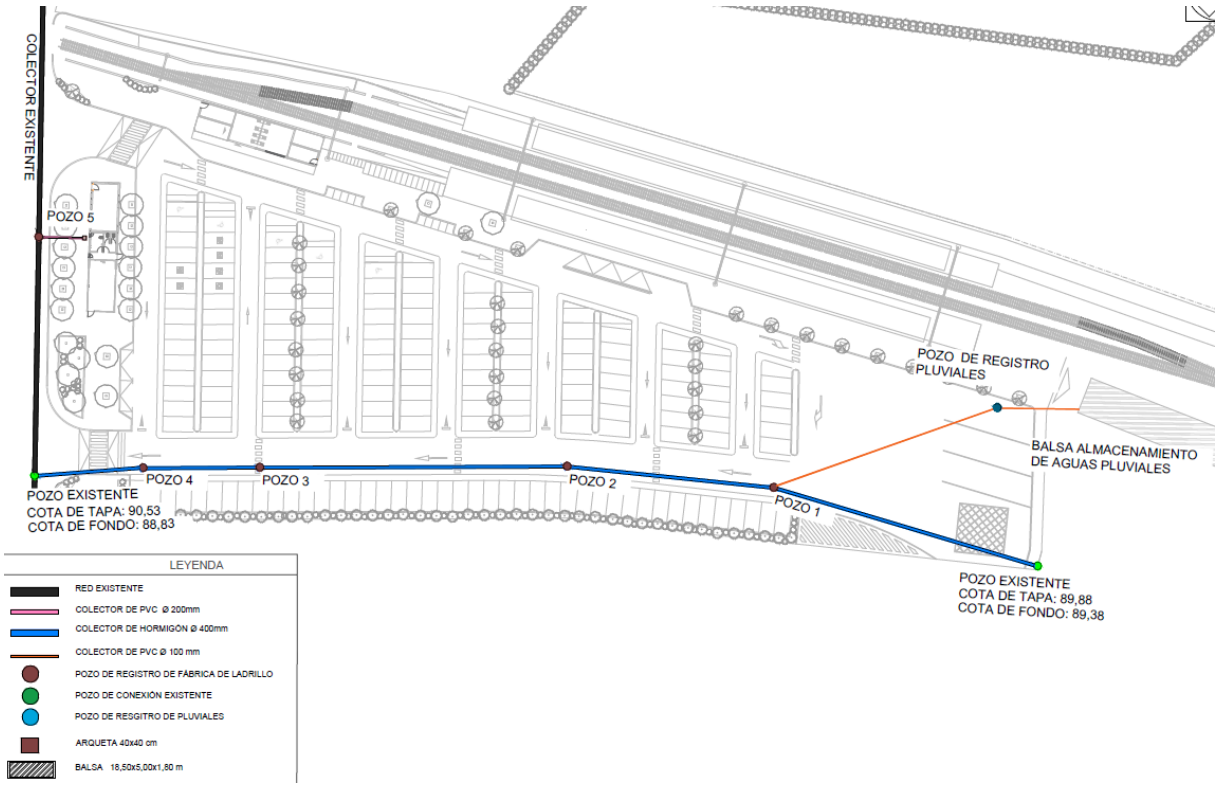


Ilustración 41. Red de saneamiento proyectada.

Este aliviadero actúa exclusivamente como medida de emergencia, de uso puntual durante episodios de lluvia de alta intensidad, y su presencia no exime de la responsabilidad municipal de ejecutar en el futuro la red separativa de pluviales y saneamiento, imprescindible para evitar posibles sobrecargas o retornos hacia las instalaciones de Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM).

Con esta actuación se logra una red de saneamiento más regular en su trazado y sección, compatible con las condiciones hidráulicas existentes, que permite una evacuación controlada y segura de los caudales combinados de aguas residuales y pluviales del ámbito.

6.8.3 Red Alumbrado Público

Se proyecta una **instalación de alumbrado completa para los distintos sectores de la estación**, con el objetivo de garantizar niveles adecuados de visibilidad, confort y seguridad tanto en las zonas exteriores como en los espacios interiores de servicio. El sistema de alumbrado está diseñado conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT – ITC-BT-09 y 28) y a la norma UNE-EN 13201, priorizando la eficiencia energética, el bajo mantenimiento y la integración estética con el entorno de la estación.

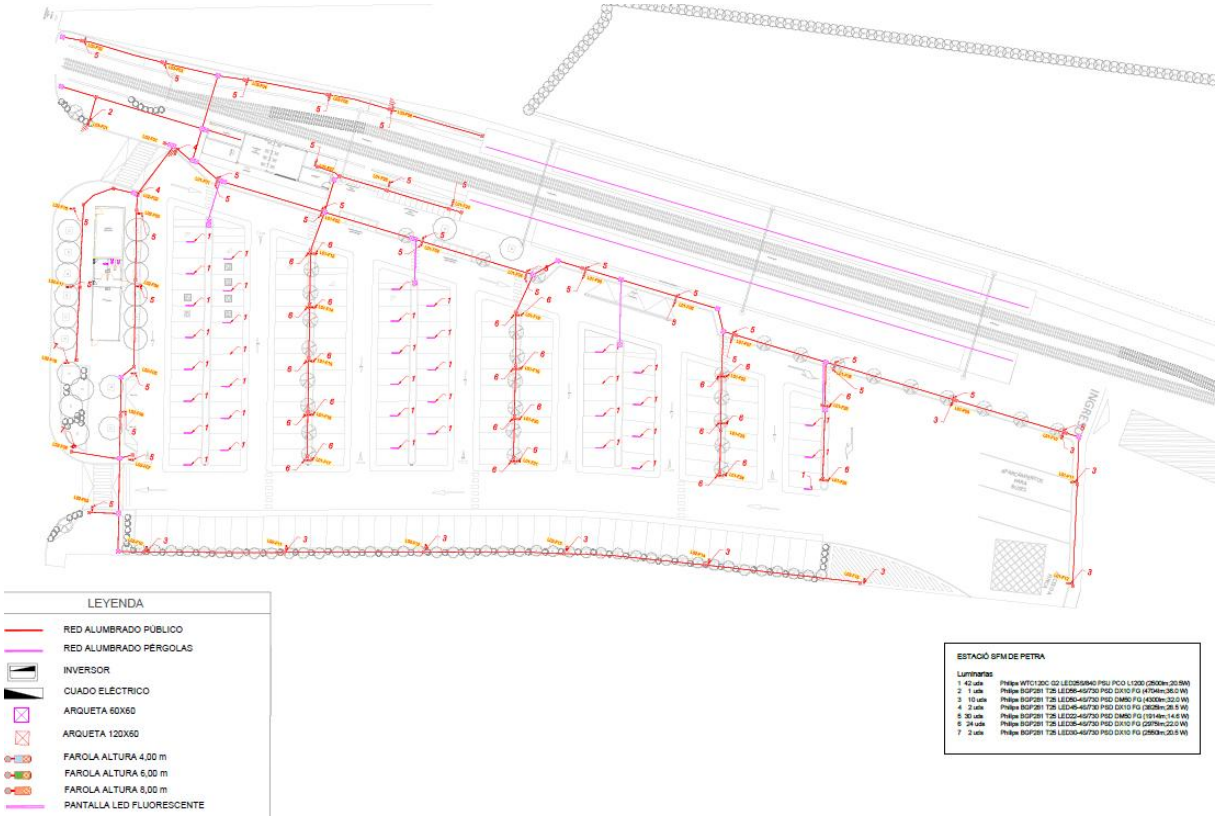


Ilustración 42. Red de alumbrado proyectada.

En el ámbito del aparcamiento se proyecta un sistema de alumbrado diferenciado para el vial de circulación y las zonas peatonales.

- Para el vial de circulación, se instalan luminarias tipo vial montadas a 6 m de altura, garantizando una iluminancia media de 15 lux.
- Para las aceras y recorridos peatonales, se disponen luminarias secundarias a 4 m de altura sobre las mismas columnas, obteniendo una iluminancia media de 10 lux.

Las luminarias seleccionadas son del tipo URBAN FLEX de Philips o similar, con tecnología LED de alta eficiencia energética y clasificación lumínica A, con temperatura de color neutra (4.000 K) y un índice de reproducción cromática superior a 70.

En la zona de aparcamiento cubierta por marquesinas fotovoltaicas, la iluminación se resuelve mediante pantallas lineales LED estancas, fijadas bajo la estructura metálica, asegurando una distribución uniforme de la luz sin deslumbramiento ni interferencias con los módulos solares.

En las áreas de espera de la estación, situadas bajo las marquesinas de los andenes, la iluminación se resuelve mediante una tira LED continúa instalada a lo largo de toda la longitud de la cubierta, proporcionando una iluminancia media de 15 lux sobre el nivel del andén. Cada 5 metros se instala un bloque autónomo de emergencia, que garantiza la continuidad del servicio en caso de fallo de suministro, conforme a lo establecido en la ITC-BT-28 y UNE-EN 1838.

En los tramos de andén no cubiertos por marquesina, se mantienen o reubican las farolas existentes, adaptando su disposición a la nueva geometría de los andenes y asegurando una iluminación uniforme.

En la zona de entrada y conexión entre el aparcamiento y el edificio de control de accesos, clasificada como zona peatonal, se proyectan columnas con luminarias LED a 4 m de altura, que garantizan una iluminancia media de 10 lux. El diseño lumínico busca resaltar el recorrido de acceso y la volumetría de los edificios, manteniendo la coherencia cromática y estética del conjunto.

Las dependencias interiores, que incluyen el cuarto técnico, el edificio de control de accesos y el almacén de SFM, se iluminan mediante pantallas LED estancas de alta eficiencia, instaladas en techo y distribuidas para alcanzar niveles de iluminación adecuados a su uso (≥ 300 lux), conforme a la norma UNE-EN 12464-1 sobre iluminación interior de locales de trabajo.

6.8.4 Red de baja tensión

La instalación eléctrica de la estación se organiza a partir del cuadro de conmutación existente, que permite seleccionar el suministro eléctrico bien desde las instalaciones de SFM o desde la red de distribución de E distribución. Este cuadro se traslada a la nueva sala técnica, desde donde alimentará al cuadro general de servicios de la estación, que actúa como elemento principal de distribución y protección del conjunto de instalaciones.

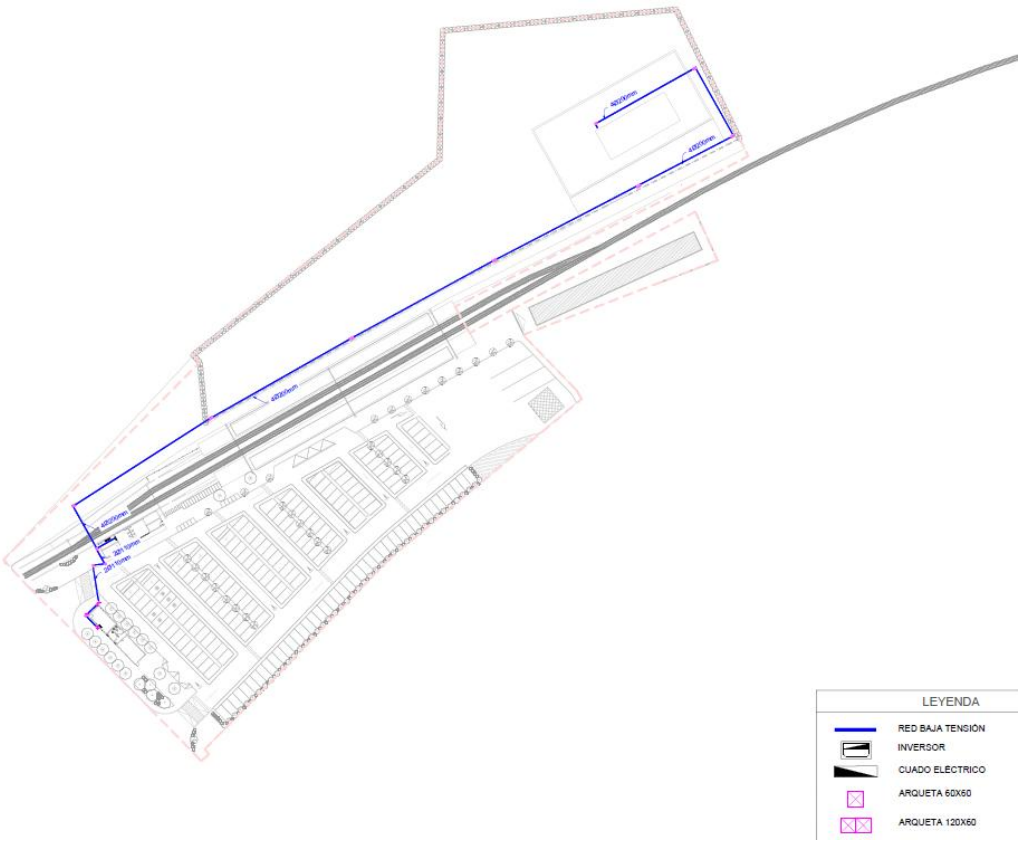


Ilustración 43. Red de baja tensión proyectada.

El cuadro general de servicios gobernará los siguientes subsistemas:

- Cuadro de recarga de vehículos eléctricos.
- Cuadro de alumbrado exterior e interior.
- Cuadro de cafetería.

De este modo, todos los servicios de la estación podrán funcionar indistintamente con energía procedente de SFM o de la red de compañía, garantizando la continuidad del suministro en cualquier situación.

El cuadro de recarga se ubicará en la sala técnica, junto al cuadro general de servicios, y actuará como cuadro de gobierno y protección de los puntos de recarga. Su potencia máxima admisible es de 43,6 kW, y gestionará de forma individual e independiente cada uno de los tres cargadores eléctricos instalados en el aparcamiento. El cuadro estará dotado de protecciones magnetotérmicas, diferenciales y contra sobretensiones, así como de los elementos de maniobra y control necesarios conforme a la ITC-BT-52 del REBT.

El cuadro de alumbrado centralizará la alimentación y protección de toda la instalación de iluminación de la estación, incluyendo:

- Zona de aparcamiento.

- Zona de andenes.
- Accesos y recorridos peatonales.

El diseño prevé varios circuitos independientes por zona, de forma que ante un posible fallo de una línea siempre quede una parte de la instalación en servicio, mejorando la fiabilidad y seguridad del sistema.
El cuadro estará equipado con protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones transitorias, cumpliendo las exigencias de la ITC-BT-17.

El cuadro eléctrico de la cafetería se ubicará en el local anexo destinado a uso hostelero, con una potencia máxima prevista de 25 kW. Dado que la explotación no está aún definida, la electrificación se plantea de forma básica y provisional, previendo una distribución inicial que permitirá su adecuación futura cuando se determine el programa de necesidades del operador.
Este cuadro se alimentará desde el cuadro general de servicios, con protecciones propias de línea y diferencial independiente.

6.8.5 Red de riego

La **red de riego** proyectada tiene por objeto garantizar el aporte de agua necesario para el correcto arraigo y mantenimiento de las **zonas ajardinadas del entorno del aparcamiento** de la estación.

No se prevé red de riego en la **planta solar fotovoltaica**, ubicada al norte de la vía, cuya pantalla vegetal de cipreses se establecerá mediante riegos manuales de asiento puntuales durante su periodo inicial de implantación.

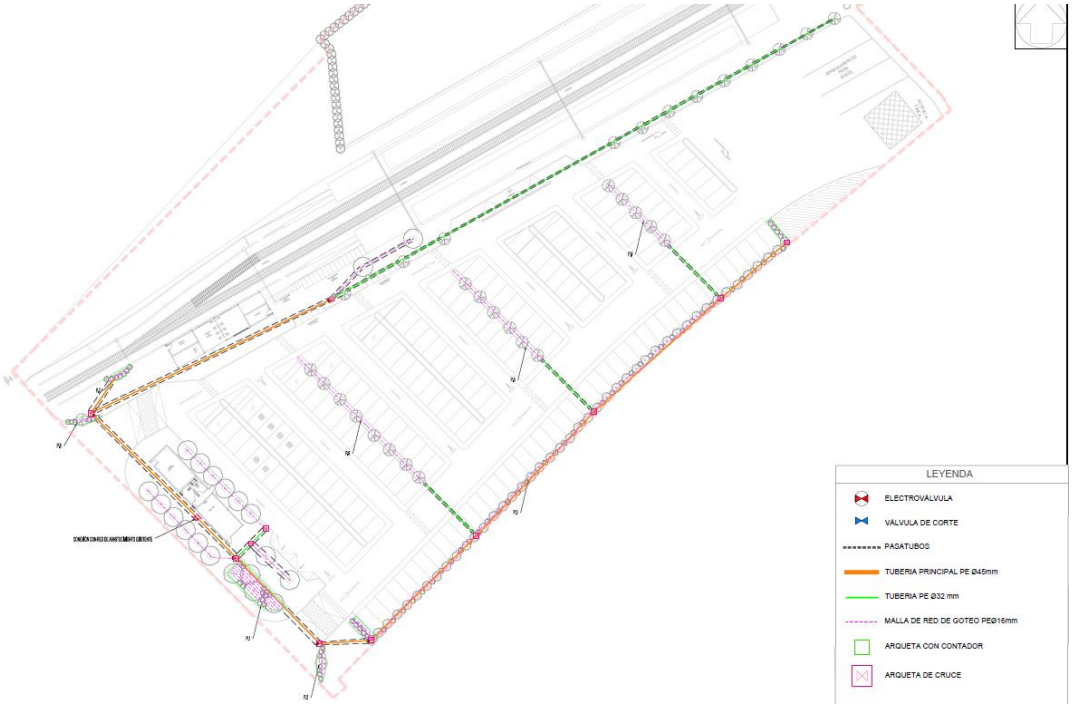


Ilustración 44. Planta general Red de riego.

El sistema automatizado cubrirá las siguientes áreas dentro del recinto:

- **Isletas centrales del aparcamiento:** Zonas ajardinadas donde se ubican las alineaciones de tilos (*Tilia cordata*), distribuidas entre las hileras de plazas de estacionamiento. Estas isletas cuentan con superficie permeable delimitada por bordillos tipo jardinera enrasados con el pavimento y albergan las plantaciones de arbolado de sombra.
- **Acerado oeste junto al edificio de cafetería:** Franja ajardinada lineal que discurre paralela a la fachada del edificio de cafetería y la acera perimetral que delimita el vial de acceso.
- **Acerado norte paralelo al andén:** Banda de vegetación situada entre la acera peatonal y el cerramiento que limita el aparcamiento con la zona ferroviaria. En este tramo se disponen plantaciones puntuales que actúan como elemento de transición visual entre el ámbito urbano y las instalaciones de vía.
- **Franja ajardinada del borde sur:** Zona verde continua que bordea el límite meridional del aparcamiento y el vial de acceso, configurando un jardín lineal con vegetación de acompañamiento, que sirve de transición con las parcelas colindantes.

En conjunto, la red de riego cubre todas las áreas ajardinadas incluidas dentro del perímetro pavimentado del aparcamiento, garantizando un funcionamiento autónomo y sectorizado. El sistema está diseñado para adaptarse a la diversidad de especies y superficies existentes, manteniendo presiones y caudales uniformes en cada tramo mediante conducción principal, ramales secundarios y líneas de goteo de distinto diámetro.

6.8.6 Servicios afectados

Las obras previstas en el Proyecto Constructivo de la Estación de Petra interfieren parcialmente con algunas de las redes existentes en el ámbito. Las afecciones detectadas se concentran en tres sistemas principales: la línea aérea de media tensión de Endesa, la red de saneamiento unitaria municipal y la canalización soterrada de media tensión ferroviaria (SFM).

En todos los casos, las soluciones adoptadas se orientan a garantizar la seguridad de la obra, la continuidad del servicio y la compatibilidad funcional entre las infraestructuras existentes y las nuevas actuaciones proyectadas.

6.8.6.1 Red de media tensión aérea

En la situación actual, la línea aérea de distribución eléctrica de Endesa cruza el aparcamiento de la estación mediante dos apoyos situados en el interior de la parcela. La ejecución de la nueva ordenación del aparcamiento y la instalación de marquesinas fotovoltaicas resultan incompatibles con la permanencia de este tendido aéreo.



Ilustración 45. Red de media tensión proyectada

Por este motivo, se ha proyectado el soterramiento completo de la línea, conforme a la alternativa consensuada entre Endesa y Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

El nuevo trazado se desarrollará por el dominio público de las calles Capellà Penya y Guillem Moragues, bordeando el límite este del ámbito de actuación hasta enlazar con el punto de conexión definido por la compañía distribuidora.

Los trabajos de adecuación y entronque de la red existente serán ejecutados por e-distribución Redes Digitales S.L., propietaria de la instalación, de acuerdo con las condiciones técnico-económicas establecidas en su presupuesto nº 0000878384.

La canalización soterrada se ejecutará mediante zanja de servicio con tubos normalizados de polietileno corrugado 3×1×240 mm² Al 12/20 kV, disponiéndose arquetas de registro y protección de hormigón según normativa de la compañía.

6.8.6.2 Red de saneamiento unitaria municipal

El colector existente de PVC Ø 300 mm que discurre por el borde este de la parcela se ve afectado por la nueva configuración del aparcamiento y los viales de acceso. Para garantizar la continuidad hidráulica y mejorar la pendiente de evacuación, se proyecta la reposición completa del tramo interior mediante una nueva conducción de PVC corrugado Ø 400 mm SN-8, trazada bajo el vial de salida del aparcamiento hasta su conexión en el pozo existente en la calle Guillem Moragues.

El trazado incluye pozos de registro intermedios en los cambios de dirección o pendiente, con tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado. La profundidad de excavación variará entre 1,5 y 1,9 m, manteniendo la pendiente media de 0,33 %.

Esta reposición permite disponer de un colector regular en planta y perfil, con capacidad suficiente para la evacuación de las aguas residuales y pluviales del ámbito, garantizando su conexión funcional con la red municipal existente.

6.8.6.3 Red de media tensión (SFM)

La red de media tensión ferroviaria, discurre soterrada de forma paralela a la vía 2, en el margen ocupado por el andén norte. Durante la ejecución de la ampliación del andén se prevé la ocupación del espacio en planta donde discurre dicha canalización. El trazado de la línea no se verá afectado directamente, dado que su cota se sitúa por debajo del nivel de cimentación del nuevo andén.

No obstante, el pozo de registro existente asociado a esta red se prolongará verticalmente hasta alcanzar la cota superior del andén ampliado, garantizando su accesibilidad para futuras operaciones de mantenimiento o reparación.

Con esta actuación se mantiene la integridad de la canalización eléctrica y la posibilidad de registro y ventilación, evitando interferencias con la estructura ampliada y asegurando la continuidad operativa de la red ferroviaria.

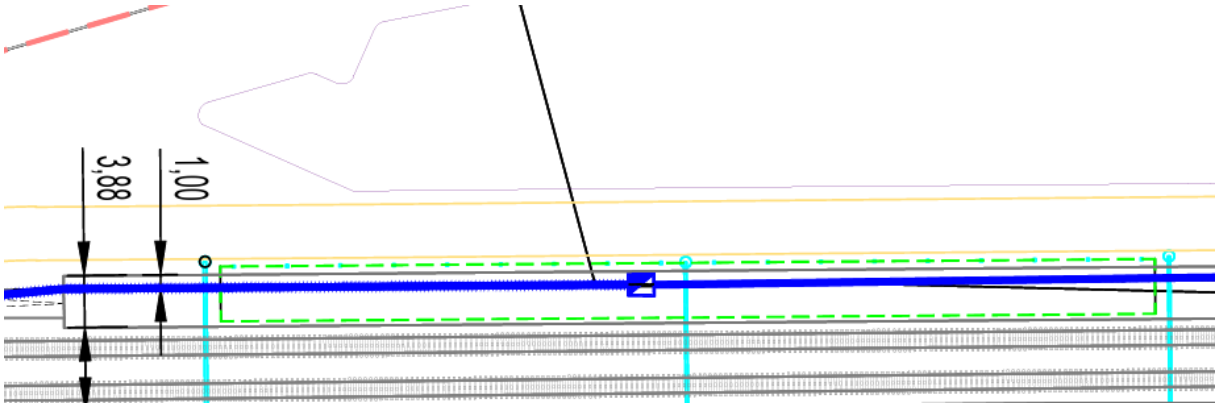


Ilustración 46. Ubicación arqueta media tensión

6.9 Jardinería

El área de estacionamiento constituye el único espacio ajardinado del recinto ferroviario, incorporando especies de porte medio y crecimiento controlado que aportan sombra, reducen la temperatura superficial del pavimento y mejoran el confort térmico sin interferir con las marquesinas fotovoltaicas, luminarias o redes de servicio.



Ilustración 47. Vista general plantaciones

Las alineaciones principales se componen de tilos (Tilia cordata) dispuestos en las isletas centrales del aparcamiento, seleccionados por su capacidad de generar sombra estival, su baja demanda hídrica y su buena adaptación a entornos urbanos compactados. En las aceras perimetrales, se conservarán las melias existentes (Melia azedarach), trasladando únicamente aquellos ejemplares que interfieran con las nuevas canalizaciones o pavimentos. Los trasplantes se realizarán en periodo invernal y con cepellón protegido.

En el límite este del aparcamiento se proyecta un seto mixto de cipreses (Cupressus sempervirens) y madroños (Arbutus unedo), que define el borde del recinto y contribuye a la integración paisajística. La composición combina la verticalidad del ciprés con el follaje denso del madroño, generando un frente verde ordenado y permeable visualmente.

Las franjas ajardinadas se delimitan mediante bordillos tipo jardinera enrasados con el pavimento, y se acondicionan con tierra vegetal de unos 0,80 m de espesor, convenientemente aireada y drenante, que garantiza el correcto enraizamiento y evita encharcamientos.

En el perímetro de la planta solar fotovoltaica, situada al norte de la vía férrea, se dispone una pantalla vegetal continua de cipreses (Cupressus sempervirens) a lo largo de los lados norte, este y oeste. Esta alineación perenne y de bajo mantenimiento permite minimizar el impacto visual de las estructuras metálicas y reforzar la integración ambiental del conjunto.

6.10 Expropiaciones

Para la ejecución del proyecto es necesario expropiar tres parcelas colindantes con la infraestructura ferroviaria, que se expropian en su totalidad. **La delimitación, superficie y valoración de las parcelas objeto de expropiación se han mantenido conforme a las definidas en el Proyecto Básico**, no produciéndose variaciones en el ámbito ni en la extensión de las afecciones previstas.

La **valoración económica de dichas expropiaciones se ha realizado a efectos meramente estimativos, de acuerdo con los criterios y directrices indicados por la Dirección Facultativa**, quedando su valoración definitiva supeditada al correspondiente procedimiento administrativo.

La superficie total objeto de expropiación es la siguiente:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	4.690	0	4.690

Se incluye en el plano nº26 además de las expropiaciones, las servidumbres y ocupaciones temporales impuestas por la reposición de servicios de saneamiento y media tensión.

La superficie afectada por servidumbre es:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	475,84		475,84

La superficie afectada por ocupación temporal es:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	186,5		186,5

6.11 Cerramientos

En el ámbito del proyecto se ejecutan dos tipos de cerramiento diferenciados según su ubicación y función.

6.11.1 Cerramiento del andén

En el borde del andén se dispone un cerramiento metálico de **2,00 m de altura**, destinado a garantizar la seguridad de los usuarios y a delimitar el ámbito ferroviario, sin menoscabo de la integración arquitectónica de la estación.

El cerramiento se materializa mediante una **verja metálica prefabricada**, formada por bastidores con perfiles horizontales y barrotes verticales de sección cuadrada, configurados en disposición regular, que proporciona un adecuado equilibrio entre protección, visibilidad y permeabilidad visual. Los bastidores se disponen entre **postes metálicos de sección cuadrada**, anclados al borde del andén mediante placas base y sistemas de anclaje mecánico o químico, garantizando la correcta estabilidad, alineación y durabilidad del conjunto.

La unión entre postes y bastidores se resuelve mediante elementos de fijación específicos del sistema de cerramiento, sin necesidad de soldaduras en obra, asegurando un montaje preciso y un acabado homogéneo. Todos los elementos metálicos disponen de **protección anticorrosiva**, basada en galvanizado y recubrimiento superficial, con acabado final en **color blanco**, acorde con la imagen general de la estación y el resto de las actuaciones proyectadas.

El diseño del cerramiento, de predominio vertical, permite mantener la visibilidad a lo largo del andén y hacia las vías, contribuyendo a la seguridad y al control visual del espacio, al tiempo que se integra de forma coherente en el conjunto arquitectónico de la estación.

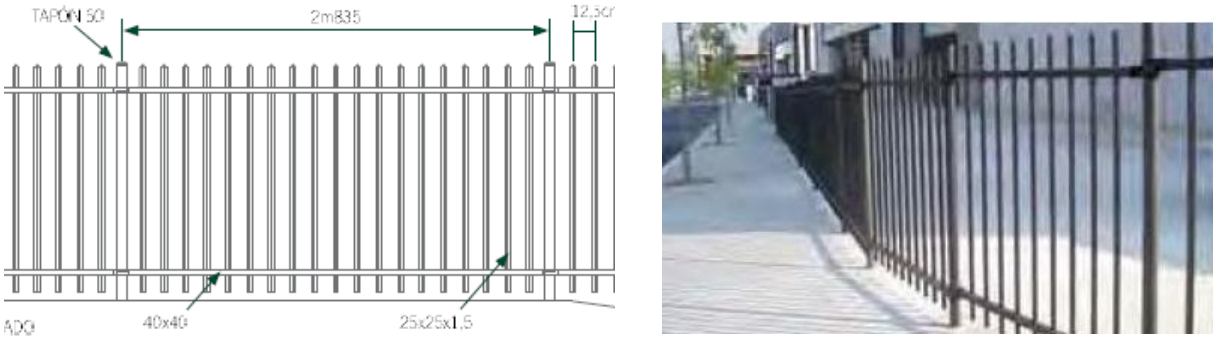


Ilustración 48. Detalle vallado andén

6.11.2 Cerramiento perimetral y portones

El cerramiento perimetral se dispone alrededor de la balsa de regulación y la planta solar fotovoltaica, ejecutado con malla de simple torsión galvanizada, sujeta a postes metálicos empotrados en dados de hormigón. El conjunto se completa con dos cancelas metálicas de acceso, de 7 m de ancho y 2 m de altura, del mismo acabado y color que el vallado, destinadas al paso de vehículos de mantenimiento.

Con estas actuaciones se consigue una delimitación completa y funcional del recinto ferroviario y del parque solar, combinando cerramientos de seguridad en la zona de andenes y vallados ligeros en las zonas técnicas.

6.12 Mobiliario urbano

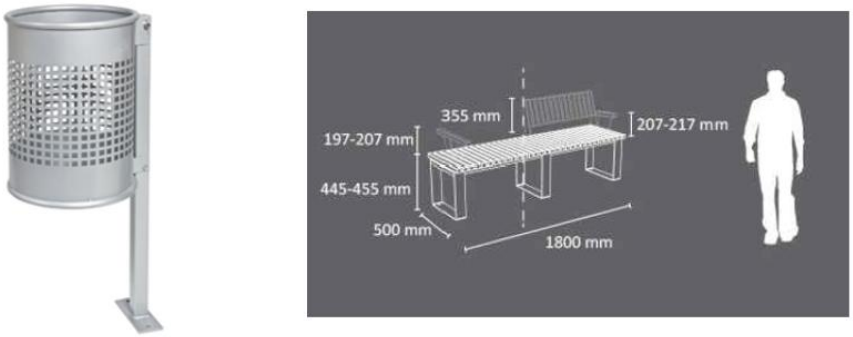
En el ámbito de los andenes se instalará **mobiliario urbano de nueva ejecución**, con el objetivo de mejorar el confort de los usuarios y la integración estética del conjunto.

Se dispondrán un total de **doce bancos tipo "Málaga WPC" o similar**. Los bancos estarán formados por una estructura metálica en color gris metalizado y asiento de WPC con acabado natural. Su diseño combina **resistencia, durabilidad y estética**, manteniendo una imagen coherente con el entorno ferroviario.

Los bancos se ubicarán de forma **alineada a lo largo de ambos andenes**, situados en las zonas de espera y próximos a las marquesinas, dejando espacio libre suficiente para el tránsito de los pasajeros y el acceso a los trenes.

Asimismo, se instalarán **papeleras tipo "Cerdanyola" o similar**, distribuidas en puntos estratégicos del andén y de la zona de acceso a la estación. Estas papeleras, de **chapa perforada galvanizada pintada al horno**, cuentan con una capacidad de **60 litros** y un diseño sencillo y resistente, adecuado para su uso en espacios públicos.

El conjunto de mobiliario se integra con el diseño general de la estación, manteniendo **una imagen moderna, funcional y homogénea**, acorde con los criterios de accesibilidad, limpieza y durabilidad previstos en el proyecto.



lustración 49. Ejemplo imagen mobiliario

6.12.1 Varios

Dentro del apartado de varios se incluyen **dos actuaciones específicas de acondicionamiento** sobre elementos existentes, con el objetivo de integrarlos en el nuevo conjunto de la estación y mejorar su estado de conservación y apariencia.

6.12.1.1 Acondicionamiento del vallado vías

Se realizará la limpieza y acondicionamiento del vallado situado junto a las vías, compuesto por un murete de hormigón y un cerramiento metálico superior. Los trabajos consisten en la limpieza superficial mediante agua a presión, eliminando suciedad, eflorescencias y restos biológicos, así como el cepillado y tratamiento puntual de zonas deterioradas. Con esta intervención se recupera la uniformidad del cerramiento existente, manteniendo su integridad estructural y adecuándolo estéticamente al nuevo entorno de la estación.



Ilustración 50. Vallado vías actuales

6.12.1.2 Acondicionamiento del murete de andén

En el murete del andén se aplicará una pintura plástica antihumedad en color blanco, previa limpieza y preparación del soporte. El tratamiento incluye la aplicación de imprimación selladora y dos manos de pintura transpirable, que protegen el paramento frente a la humedad y aportan un acabado uniforme y luminoso. Esta actuación permite renovar la imagen del muro del andén y armonizarlo con el resto de los nuevos elementos arquitectónicos y constructivos del conjunto ferroviario.



Ilustración 51. Paramento del andén actual

7 PLAZO DE EJECUCIÓN

Analizando los volúmenes y rendimientos de todas las partidas y unidades de obra a ejecutar, así como el solape que pudiera existir entre las distintas actividades, y por experiencias similares en proyectos de esta índole, se ha establecido un plazo de ejecución de las obras de **DIEZ MESES (10 MESES).**

El plazo de garantía será de **UN AÑOS (12 MESES)** a partir de la firma del Acta de recepción de las obras, durante cuyo periodo serán por cuenta del contratista todos los trabajos de conservación y reparaciones, necesarias, de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

8 REVISIÓN DE PRECIOS

No será de aplicación la revisión de precios, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, al ser el plazo de ejecución de las obras inferior a un (1) año.

9 GESTIÓN DE RESIUOS

El Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, que se presenta en el Anejo nº16 del presente proyecto, se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El objetivo de la mencionada disposición es conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, fomentando, por este orden: la prevención, reutilización, reciclado y valorización frente al depósito en vertedero.

Además de los materiales sobrantes en construcción y demolición de edificios, los excedentes de tierras generados en obras de excavación, nivelación y ampliación suelen gestionarse como subproducto en otras obras cercanas o se suelen acumular en depósitos para su uso en el futuro; si bien, los habituales desajustes temporales entre la oferta y la demanda hacen que, a menudo, se tengan que considerar como residuos.

Algunas de las ventajas asociadas al desarrollo de estrategias de prevención de residuos de la construcción son:

- Minimización de la cantidad de residuos que deben gestionarse en destino (planta de transferencia, planta de valorización y depósito controlado).
- Ahorro de materiales de la construcción de origen natural.
- Menor número de desplazamientos para el transporte de estos residuos desde la obra hasta la

instalación de gestión y, por lo tanto, menor contaminación atmosférica y acústica en el medio.

- Mayor control sobre determinados residuos tóxicos o peligrosos, como el amianto, que implican riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas.

Este Estudio de Gestión de Residuos tiene como finalidad recoger las directrices de gestión de residuos de construcción y demolición que posteriormente se concretarán en obra mediante el Plan de Gestión de residuos.

Los residuos generados en las obras de construcción o demolición que estén regulados por legislación específica sobre residuos han sido considerados en el presente estudio en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación siempre y cuando se encuentren mezclados con residuos de construcción y demolición.

Atendiendo a lo estipulado en el artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el presente Estudio se compone de los siguientes apartados:

- Clasificación y descripción de los residuos generados en la obra.
- Producción y gestión de los residuos.
- Medidas para la prevención de generación de residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones técnicas particulares del proyecto en el ámbito de los residuos.
- Documentación acreditativa de la buena gestión de los residuos.
- Presupuesto vinculado a la gestión de residuos.

10 CONTROL DE CALIDAD

En el Anejo nº 24 de la presente Memoria se incluye el Plan de Control de Calidad de los Materiales, en el que se recogen las pautas, criterios y procedimientos de verificación necesarios para el aseguramiento de la calidad de los materiales y unidades de obra a emplear en el proyecto.

Este plan establece los ensayos de control de recepción, las frecuencias de muestreo, los criterios de aceptación o rechazo y la documentación de seguimiento exigida conforme al Código Estructural y al CTE DB-SE, garantizando que todos los productos utilizados cumplan las especificaciones técnicas y normativas vigentes.

11 ASPECTOS AMBIENTALES

Según establece la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y el Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears, la Ley 12/2016, las actuaciones no se encuentran en ninguno de los supuestos que requieran evaluación ambiental por lo que no es preceptiva la redacción de anejos de tramitación o integración ambiental.

12 SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, resulta obligatoria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud como parte integrante del proyecto.

En el Anejo nº 22 del presente documento se incluye dicho Estudio de Seguridad y Salud, en el que se analizan las condiciones generales de la obra, los riesgos previsibles en cada fase de ejecución y las medidas preventivas y protectoras aplicables.

El presupuesto de ejecución material del Estudio de Seguridad y Salud se ha determinado conforme a las partidas específicas de medios auxiliares, equipos de protección colectiva, señalización, control ambiental y formación en prevención, integrándose dentro del Presupuesto General del Proyecto como capítulo independiente. Con ello se garantiza que la ejecución de las obras se desarrolle bajo condiciones adecuadas de seguridad, salud y bienestar laboral, conforme a la normativa vigente y a las buenas prácticas de la ingeniería de la construcción.

13 PRESUPUESTO EN CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El **Presupuesto para Conocimiento de la Administración** se obtiene como suma de los siguientes presupuestos:

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	4.432.179,17 €
Presupuesto trabajos soterramiento Endesa	28.820,76 €
Presupuesto global para trabajos de conservación del patrimonio (1,5% sobre el PBL con IVA)	66.482,69€
Estimación económica de expropiaciones	46.900,00€
TOTAL, PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	**4.574.382,62€**

Por tanto, asciende el presupuesto para Conocimiento de la Administración a la cantidad **CUATRO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS**.

14 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Teniendo en cuenta que el importe de la obra supera los 500.000 euros, según lo dispuesto en el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, es obligatorio exigir clasificación a los empresarios que concurran a la licitación.

Para determinar la clasificación que deben poseer los contratistas que opten a la ejecución de las obras del presente Proyecto, se siguen las disposiciones recogidas en el Reglamento General de Contratación, que enumera 11 grupos o clases de obra, con sus correspondientes subgrupos. Puede requerirse clasificación para un determinado tipo de obra cuando ésta alcance el 20 % dentro del Presupuesto Base de Licitación.

Con este criterio se propone que el contratista esté clasificado en el siguiente grupo, según la justificación que se adjunta a continuación.

Clasif.	Grupo	Subgrupo	Categoría
G	Viales y pistas	Obras viales sin cualificación específica	3

15 PRESUPUESTO

Estas actuaciones están presupuestadas como aparece a continuación:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	TRABAJOS PREVIOS	21.717,50	0,71
02	DEMOLICIONES	53.091,57	1,72
03	MOVIMIENTO DE TIERRA	69.140,72	2,25
04	PAVIMENTACIÓN	670.856,53	21,79
05	INSTALACIONES	624.221,84	20,28
06	MARQUESINAS	469.165,51	15,24
07	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	450.124,10	14,62
08	EDIFICIOS	246.192,56	8,00
09	AMPLIACIÓN ANDÉN	116.052,34	3,77
10	JARDINERÍA	30.182,88	0,98
11	VARIOS	126.493,41	4,11
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	94.250,54	3,06
13	SEGURIDAD Y SALUD	106.626,46	3,46
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**3.078.115,96**	
	13,00 % Gastos generales	400.155,07	
	6,00 % Beneficio industrial	184.686,96	
	SUMA DE G.G. y B.I.	584.842,03	
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	**3.662.957,99**	
	21,00 % I.V.A.	769.221,18	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	**4.432.179,17**	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS MIL CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

16 DOCUMENTOS QUE INCLUYEN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

Anejo nº1	Antecedentes
Anejo nº2	Topografía
Anejo nº3	Geotecnia
Anejo nº4	Hidrología y drenaje
Anejo nº5	Trazado y replanteo
Anejo nº6	Estructuras
Anejo nº7	Edificio
Anejo nº8	Redes de abastecimiento y saneamiento
Anejo nº9	Instalaciones eléctricas y alumbrado
Anejo nº10	Planta fotovoltaica
Anejo nº11	Plantaciones y red de riego
Anejo nº12	Servicios afectados/ instalaciones ferroviarias
Anejo nº13	Situaciones provisionales
Anejo nº14	Incidencia urbanística
Anejo nº15	Coordinación con otros organismos

MEMORIA

Anejo nº16 Integración ambiental
Anejo nº17 Expropiaciones
Anejo nº18 Programa de trabajos
Anejo nº19 Justificación de precios
Anejo nº20 Presupuesto para conocimiento de la administración
Anejo nº21 Otros datos administrativos
Anejo nº22 Estudio de seguridad y salud
Anejo nº23 Estudio de gestión de residuos
Anejo nº24 Plan de control de calidad

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1 Situación e índice
2 Estado actual
3 Planta general
4 Planta de trazado y replanteo
5 Explanación. Perfil longitudinal
6 Explanación. Perfiles transversales
7 Secciones tipo
8 Redes existentes
9 Red de Drenaje
10 Red de saneamiento
11 Red de abastecimiento
12 Red de riego
13 Instalación fotovoltaica
14 Red de alta tensión
15 Red baja tensión
16 Telecomunicaciones
17 Red de carga de vehículos eléctricos
18 Señalización
19 Alumbrado
20 Plantaciones y mobiliario urbano
21 Marquesina
22 Edificio de acceso
23 Edificio complementario
24 Ampliación del anden
25 Demoliciones
26 Expropiaciones

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

MEMORIA

Málaga, diciembre de 2025.

AUTORES DE PROYECTO



Antonio Martínez Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 34.513

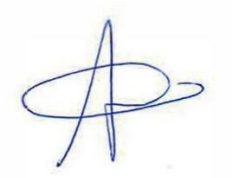


Almudena Pérez Benítez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 20.389

DIRECTORES DE PROYECTO



Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº 20.063



M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

ANEJO Nº1. ANTECEDENTES

ANEJO Nº1. ANTECEDENTES

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO....2

2 ANTECEDENTES TÉCNICOS Y OBJETO DE ESTUDIO....3

3 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL....5

3.1 Configuración de andenes y vías....5

3.2 Edificio de acceso y control....7

3.3 Aparcamiento y zonas exteriores....8

3.4 Instalaciones técnicas....9

3.5 Propiedades y servidumbres....10

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO

El **16 de abril de 2024**, **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)** procedió a la publicación en el perfil del contratante de la **licitación del contrato CO 09/24 (G101/2024)**, bajo la denominación “Contrato de servicios para la redacción del proyecto de reforma de la estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo”.

El procedimiento se tramitó conforme a la normativa vigente en materia de contratación del sector público, con el fin de seleccionar a un equipo redactor que desarrollase la documentación técnica necesaria para definir con precisión las actuaciones previstas en el ámbito de la estación de Petra.

Tras la fase de presentación y valoración de ofertas, la empresa **Decode Ingeniería S.L.** resultó adjudicataria del contrato, formalizándose el mismo en **septiembre de 2024**. De acuerdo con el calendario establecido en el pliego de prescripciones técnicas, los trabajos dieron comienzo el **18 de septiembre de 2024**, marcando el inicio oficial de las labores de redacción del proyecto constructivo.

2 ANTECEDENTES TÉCNICOS Y OBJETO DE ESTUDIO

´La **estación de Petra** presenta una serie de necesidades de mejora que hacen imprescindible la ejecución de un conjunto de actuaciones orientadas a optimizar su funcionalidad y adecuarla a los estándares actuales de servicio ferroviario. Los objetivos fundamentales de la intervención son:

- **Mejorar la accesibilidad** de las instalaciones, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente y eliminando las barreras arquitectónicas que dificultan el uso por parte de personas con movilidad reducida.
- **Incrementar el confort de los usuarios**, dotando a los andenes y espacios de espera de mayor protección y mejores condiciones de habitabilidad.
- **Fomentar la intermodalidad coche–tren**, facilitando el intercambio modal y mejorando la conexión con otros medios de transporte mediante la ampliación y reorganización de aparcamientos.
- **Optimizar la eficiencia energética** de la estación y sus instalaciones, reduciendo la huella de carbono y contribuyendo a la sostenibilidad del transporte ferroviario.
- **Prolongar la vida útil de los andenes**, mediante actuaciones de refuerzo y rehabilitación que corrijan las deficiencias detectadas en su estructura.

Estas acciones se enmarcan en la estrategia de la **Conselleria de Habitatge, Territori i Mobilitat**, alineada con el **Plan Director Sectorial Energético de les Illes Balears** (Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, BOIB nº 143 de 27/09/2005), que establece la planificación para atender la demanda energética futura en el archipiélago. El plan contempla el aprovechamiento de fuentes de energía convencionales y renovables, junto con medidas para fomentar el ahorro energético y el uso racional de los recursos, con el fin de minimizar el incremento de la demanda.

En coherencia con las directrices de la **Unión Europea**, el **Govern de les Illes Balears** desarrolla una estrategia integral de **generación de energías renovables** y **preservación ambiental**, en la que destaca la implantación de instalaciones fotovoltaicas y la adopción de medidas de eficiencia energética.

En el ámbito ferroviario, **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)** promueve la instalación de sistemas de generación renovable destinados tanto al autoconsumo como a la alimentación de la tracción ferroviaria. Esta línea de actuación permite avanzar hacia un modelo de transporte más sostenible, con menor dependencia de fuentes energéticas convencionales y menor impacto ambiental.

ANEJO Nº1. ANTECEDENTES

En este contexto, el **objeto del presente contrato** es la redacción del **proyecto constructivo** para la reforma integral de la estación de Petra y la instalación de una planta fotovoltaica para autoconsumo, incluyendo las siguientes actuaciones principales:

- **Reordenación del acceso a la estación** y mejora de la accesibilidad, suprimiendo barreras arquitectónicas y dotando a la estación de un nuevo edificio de acceso.
- **Instalación de una marquesina** que cubra el trazado ferroviario y los andenes, proporcionando una adecuada protección frente a las inclemencias meteorológicas.
- **Refuerzo, saneado y repavimentación** de los andenes existentes para mejorar sus condiciones estructurales y funcionales.
- **Ampliación del andén de la vía 2**, incrementando su capacidad de servicio.
- **Ampliación y optimización del aparcamiento**, mediante la urbanización de una parcela adyacente y la mejora del estacionamiento existente, incorporando todas las instalaciones auxiliares necesarias.
- **Diseño e instalación de una planta fotovoltaica** para autoconsumo de la estación.
- **Sustitución del transformador de servicios auxiliares** de la subestación de tracción existente, habilitando el vertido a red de la energía generada por la nueva instalación solar.
- **Adecuación de la señalética e iluminación** a la nueva configuración y características de la estación, siguiendo criterios de eficiencia y visibilidad.

El presente **proyecto constructivo** define con el grado de detalle requerido la geometría de las infraestructuras proyectadas, su trazado y la relación de bienes y derechos afectados, así como las soluciones técnicas necesarias para su ejecución, garantizando la viabilidad constructiva, la durabilidad y la operatividad de las actuaciones previstas.

3 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL

La **estación de Petra**, integrada en la red ferroviaria de **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)**, está conformada por un conjunto de elementos destinados a facilitar las operaciones de embarque y desembarque de pasajeros, el control de accesos, la prestación de servicios técnicos y la disponibilidad de áreas de estacionamiento para vehículos particulares y transporte colectivo.



Ilustración 1. Vista en planta estado actual

3.1 Configuración de andenes y vías

La estación cuenta con **dos andenes laterales** dispuestos en paralelo a las vías:

- **Andén vía 1 (sur)**: situado junto al edificio principal de acceso. Está dotado de una marquesina de reducidas dimensiones que cubre parcialmente la zona de espera, bancos para los usuarios, sistema de iluminación y panel luminoso informativo que indica los tiempos de llegada de los trenes.
- **Andén vía 2 (norte)**: presenta una configuración estructural equivalente en cuanto a disposición y dimensiones básicas, pero carece de elementos de resguardo y equipamientos similares a los existentes en el andén 1, lo que reduce el nivel de protección frente a las condiciones meteorológicas.

Ambos andenes están interconectados mediante un **cruce peatonal a nivel** sobre la vía, que constituye el único paso interno de viajeros entre las plataformas. Este cruce se encuentra alineado con el itinerario principal de acceso desde el edificio ubicado en el andén sur.



Ilustración 2. Edificio con control de acceso, rampa de acceso a vía 1 y cruce de vías

La **sección original de los andenes**, de acuerdo con la documentación técnica disponible, se caracteriza por las siguientes dimensiones y elementos constructivos:

- **Altura** respecto al plano de rodadura: aproximadamente **1,50 m**, medida desde la cota superior del andén hasta la superficie de rodadura del carril.
- **Ancho libre útil**: variable según la ubicación. El andén 1 dispone de una anchura en torno a **3,00 m**, mientras que el andén 2 alcanza hasta **5,00 m** en su zona más amplia.
- **Borde frontal**: resuelto mediante losa volada de **0,07 m** de espesor, que actúa como remate estructural en el canto del andén.
- **Canalizaciones técnicas**: integradas en el interior de la plataforma de ambos andenes, con pasos de conductos para instalaciones eléctricas y de comunicaciones.

El acabado superficial es de **pavimento rígido**, proporcionando una superficie estable para el tránsito de pasajeros. En los laterales de encuentro con el terreno adyacente se disponen **bordillos** y **franjas de separación** que delimitan el andén respecto a las zonas exteriores.

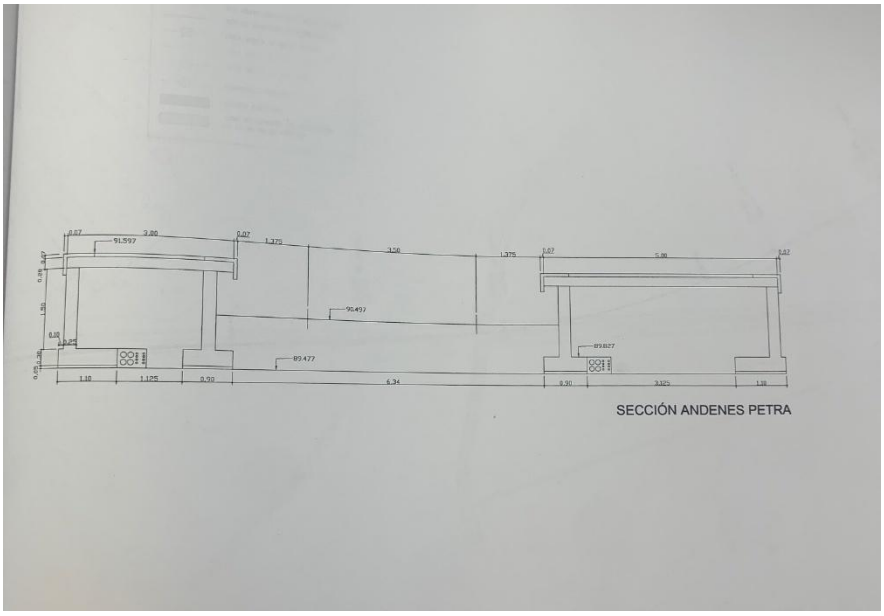


Ilustración 3. Sección tipo andenes

3.2 Edificio de acceso y control

En el extremo del **andén vía 1 (sur)** se sitúa un **edificio prefabricado** que constituye el punto principal de acceso de viajeros a la estación. Esta edificación, de dimensiones reducidas, está concebida para albergar los elementos de control y gestión del tránsito de pasajeros, e incorpora:

- **Dos tornos de control de acceso**, destinados a la validación de billetes y a la regulación del flujo de entrada y salida de usuarios.
- **Dos máquinas expendedoras de billetes**, para la adquisición de títulos de transporte de forma autónoma.
- **Sistema de cierre** mediante **persianas enrollables metálicas**, con apertura y control a distancia, lo que permite el funcionamiento de la estación sin personal presencial y la gestión remota de su apertura y cierre.
- El edificio, de configuración modular, se encuentra adosado al inicio del andén y conectado directamente con el itinerario peatonal de acceso exterior, concentrando en un único punto las operaciones de control y expedición de billetes.



Ilustración 4. Interior del edificio de acceso

3.3 Aparcamiento y zonas exteriores

En el lateral correspondiente a la **vía 1** se localiza un **aparcamiento de superficie** destinado al servicio de usuarios y personal de la estación, con capacidad para **49 plazas de turismos** y **5 plazas reservadas para autobuses**. Próximo a la acera de acceso se dispone un **estacionamiento para 12 bicicletas**, ejecutado mediante soportes tipo aparcabicis de disposición lineal.

El pavimento del aparcamiento, resuelto con **mezcla bituminosa**, presenta un **desgaste acusado** y la **aparición de socavones** que afectan a la uniformidad de la rodadura y a la comodidad en la circulación interna. La **señalización horizontal** se encuentra prácticamente borrada, lo que dificulta la correcta delimitación de plazas y la ordenación del estacionamiento.

Las **aceras perimetrales** no disponen de **rebajes accesibles**, y no existe **itinerario podotáctil** que facilite la orientación de personas con discapacidad visual desde las zonas exteriores hasta los accesos de la estación.

El área cuenta con **alumbrado exterior**, conformado por báculos con luminarias, y con **arbolado de pequeño porte**, cuya escasa envergadura no proporciona sombra efectiva a las plazas de estacionamiento.

La evacuación de aguas se realiza mediante **rejillas sumidero** conectadas a la **red de saneamiento**, ya que en el entorno inmediato no se dispone de una red específica de recogida de aguas pluviales.



Ilustración 5. Estacionamiento

3.4 Instalaciones técnicas

En una **parcela colindante al norte de la vía**, se localiza el **edificio de la subestación eléctrica**, elemento clave en el suministro de energía a la infraestructura ferroviaria. Esta instalación se encuentra conectada a la **red de media tensión** de **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)**, que discurre de forma paralela al trazado de la vía, garantizando la alimentación eléctrica tanto para la tracción como para otros servicios asociados.

En el interior de este mismo edificio, y con **acceso independiente**, se ubica un **centro de transformación de 160 kVA**, encargado de adaptar la tensión eléctrica de la red de media tensión a los niveles requeridos para los servicios auxiliares de la estación.

En la **zona del aparcamiento** se emplaza el **edificio del enclavamiento**, que alberga el sistema de control ferroviario, permitiendo la gestión de señales y la coordinación de movimientos de trenes en el ámbito de la estación.

Las **canalizaciones subterráneas existentes** para el cruce de cableado eléctrico bajo la vía se encuentran **completamente ocupadas**, sin disponibilidad de espacio libre para la instalación de nuevos tendidos eléctricos o de comunicaciones. Esta circunstancia limita la capacidad de ampliación de las instalaciones actuales sin ejecutar nuevas canalizaciones o modificar las existentes.

Además, **los andenes cuentan con sistemas de iluminación, megafonía y videovigilancia**, lo que garantiza la visibilidad nocturna, la emisión de avisos sonoros y la supervisión de la seguridad en el entorno de la estación.



Ilustración 6. Exterior del Centro de Transformación

3.5 Propiedades y servidumbres

En el entorno inmediato al **aparcamiento de la estación**, **Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)** es titular de **dos parcelas colindantes** que forman parte del dominio patrimonial asociado a la infraestructura.

- **Límite sur**: ambas parcelas lindan directamente con el **casco urbano de Petra**, constituyendo el punto de transición entre la zona ferroviaria y el tejido urbano consolidado.
- **Límite este**: confrontan con **dos parcelas de titularidad privada**, las cuales disponen de una **servidumbre de paso** establecida sobre las parcelas de SFM. Esta servidumbre otorga a los predios colindantes el derecho de tránsito a través de los terrenos ferroviarios para acceder a la vía pública, condicionando parcialmente su uso y posibles desarrollos futuros.

La existencia de esta servidumbre implica que cualquier actuación proyectada en dicho sector deberá respetar el derecho de paso vigente, integrándolo en la ordenación y garantizando su operatividad durante y después de las obras.

ANEJO Nº2. TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº2. TOPOGRAFÍA

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 3

2.1 Cartografía 3

2.2 Ortofotografía aérea 4

2.3 Trabajos de campo 5

ANEXO I: PLANOS 8

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto describir los trabajos topográficos realizados para la obtención de la información planimétrica y altimétrica necesaria en el ámbito de la estación de tren de Petra y el tramo de vías comprendido entre los PK 47+500 y PK 56+500, con un ancho de banda de 100 metros.

El levantamiento se ha ejecutado en octubre de 2024, atendiendo a las especificaciones del encargo formulado por la empresa DECODE INGENIERÍA, con el fin de disponer de una base cartográfica precisa que sirva de soporte para el desarrollo del proyecto constructivo.

Las tareas de campo han incluido la adquisición de datos mediante técnicas topográficas y fotogrametría aérea con dron, integrando la información en un único sistema de referencia oficial. El procesado posterior ha permitido generar planos de planta detallados con la localización y geometría de todos los elementos relevantes del ámbito de actuación.

2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Para la correcta definición geométrica del ámbito de estudio se han recopilado y empleado diferentes fuentes de información topográfica y cartográfica, complementadas con datos obtenidos en la campaña de levantamiento.

2.1 Cartografía

La cartografía base empleada en el presente levantamiento procede del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se ha obtenido en formato digital vectorial y ráster. Esta información se ha utilizado como referencia para la preparación de la campaña topográfica, la georreferenciación de los datos y la elaboración final de los planos.

Entre los recursos cartográficos incorporados se incluyen:

- **Modelo Digital del Terreno (MDT)** con resolución métrica adecuada para la representación del relieve y la generación de curvas de nivel.
- **Cartografía vectorial** de elementos geográficos relevantes (red viaria, hidrografía, límites administrativos y toponimia).
- **Capas temáticas auxiliares** (parcelario catastral, edificaciones y trazado ferroviario) que han permitido una mejor contextualización del área de trabajo.

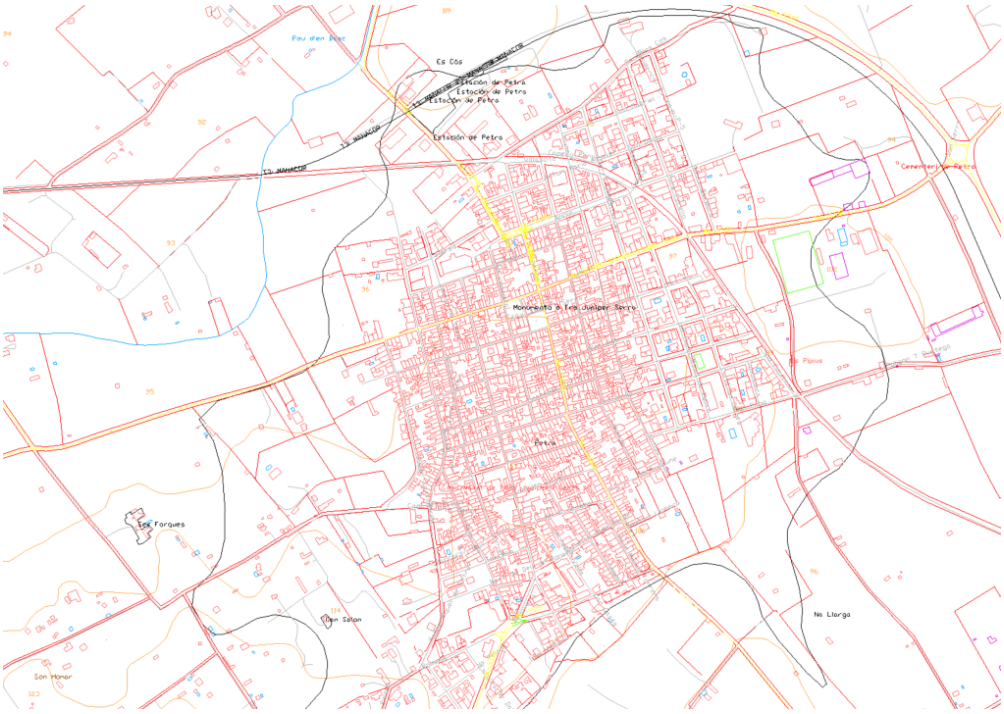


Ilustración 1. Cartografía base empleada (IGN)

El sistema de referencia adoptado es el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89), con proyección cartográfica UTM huso 31, correspondiente al ámbito geográfico de las Islas Baleares, y elipsoide GRS80, de conformidad con el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

Esta homogeneidad en el sistema de referencia ha permitido la integración directa de la cartografía base con los datos adquiridos en campo, evitando transformaciones y garantizando la precisión posicional requerida para un levantamiento topográfico de detalle.

2.2 Ortofotografía aérea

Como soporte visual y métrico para la planificación y el control del levantamiento se ha empleado ortofotografía aérea procedente del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), suministrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La ortofoto utilizada se presenta en formato digital georreferenciado, con proyección UTM huso 31, sistema ETRS89, y resolución espacial acorde a los requisitos de precisión del proyecto. Este material incorpora la corrección geométrica necesaria para eliminar las distorsiones debidas a la inclinación de la cámara y a la topografía del terreno, garantizando la correspondencia métrica entre la imagen y la realidad.

Cada ortofoto se acompaña de su correspondiente archivo de metadatos en formato XML, conforme a las especificaciones de la Directiva INSPIRE, en el que se describen las características técnicas, fecha de adquisición, resolución geométrica y calidad radiométrica de la imagen.



Ilustración 2. Detalle ortografía utilizada

La ortofotografía ha resultado fundamental en las fases de gabinete, permitiendo:

- Delimitar con exactitud el ámbito de estudio y planificar los itinerarios de toma de datos.
- Identificar elementos singulares del entorno que debían ser incorporados al levantamiento.
- Verificar la coherencia geométrica de la restitución fotogramétrica obtenida mediante dron.

A la hora de determinar la ubicación del proyecto, estas fotografías georreferenciadas de la zona son de ayuda en el estudio y análisis de la zona. El PNOA cedido por el Instituto Geográfico Nacional de España.

2.3 Trabajos de campo

Los trabajos de campo se ejecutaron en el mes de octubre de 2024, bajo condiciones meteorológicas favorables que permitieron el desarrollo ininterrumpido de la campaña. Se abordaron dos actuaciones diferenciadas pero complementarias: un levantamiento topográfico terrestre mediante GPS y estación total, y un levantamiento fotogramétrico aéreo mediante dron. Ambos métodos se integraron posteriormente en gabinete para la obtención de un modelo cartográfico único y homogéneo.

2.3.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento terrestre se realizó empleando un **GPS Topcon GR-3** conectado a la **Red Geodésica Activa de las Islas Baleares (XGAIB)**, trabajando en modo cinemático en tiempo real (RTK), lo que permitió obtener coordenadas en el sistema oficial **ETRS89 – UTM huso 31** con precisión centimétrica.

Para la captura de detalles con mayor densidad o en zonas donde la cobertura GNSS era insuficiente (edificaciones, elementos en sombra o bajo vegetación), se utilizó una **estación total Leica TS15 R1000**, que permite mediciones sin prisma a larga distancia y una alta cadencia de captura de puntos.

El procedimiento de trabajo consistió en:

- Establecimiento de bases topográficas referenciadas mediante GPS, que sirvieron como estaciones de replanteo para la estación total.
- Toma de puntos con densidad suficiente para garantizar la correcta definición del terreno y todos los elementos singulares (edificaciones, bordillos, vallados, mobiliario ferroviario, arquetas, andenes, pasos a nivel, etc.).
- Registro simultáneo de coordenadas y cotas ortométricas, incorporando un modelo de geoide oficial para la conversión altimétrica.

Esta metodología asegura la coherencia geométrica del conjunto, permitiendo integrar la información terrestre con la fotogrametría aérea.



Ilustración 3. Levantamiento topográfico realizado

2.3.2 Levantamiento fotogramétrico con dron

Para la cobertura aérea se empleó un dron Phantom 4 RTK, equipado con sistema GNSS integrado de alta precisión y unidad inercial (IMU) estabilizada en tres ejes. El vuelo se planificó a una altura de 100 m sobre el terreno, obteniendo un GSD de 2,74 cm/píxel, suficiente para trabajos de restitución cartográfica a escala 1:500.

El proceso se desarrolló en las siguientes fases:

- Planificación del vuelo mediante software específico, definiendo rutas con solape longitudinal y transversal superior al 70% para garantizar la correcta generación del modelo 3D.
- Colocación de Puntos de Control Terrestre (GCPs) medidos con GPS Topcon GR-3, distribuidos estratégicamente para mejorar la precisión absoluta del modelo fotogramétrico.
- Ejecución del vuelo en condiciones de buena iluminación y viento moderado, registrando automáticamente posición, altura y orientación de cada imagen.
- Descarga y preprocesado de imágenes, incorporando los datos de georreferenciación proporcionados por el sistema RTK del dron y los GCPs.

ANEJO Nº2. TOPOGRAFÍA

Este levantamiento fotogramétrico permitió obtener una nube de puntos densa y un modelo digital de superficie (MDS), así como ortofotografías de alta resolución georreferenciadas en el mismo sistema de referencia que los datos terrestres.

ANEXO I: PLANOS



LEYENDA

- PAPELERA
- Arq. alumbrado público
- Imbornal
- Telefónica
- Arqueta sin identificar
- Pozo sin identificar
- Ámbito de actuación

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2024

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

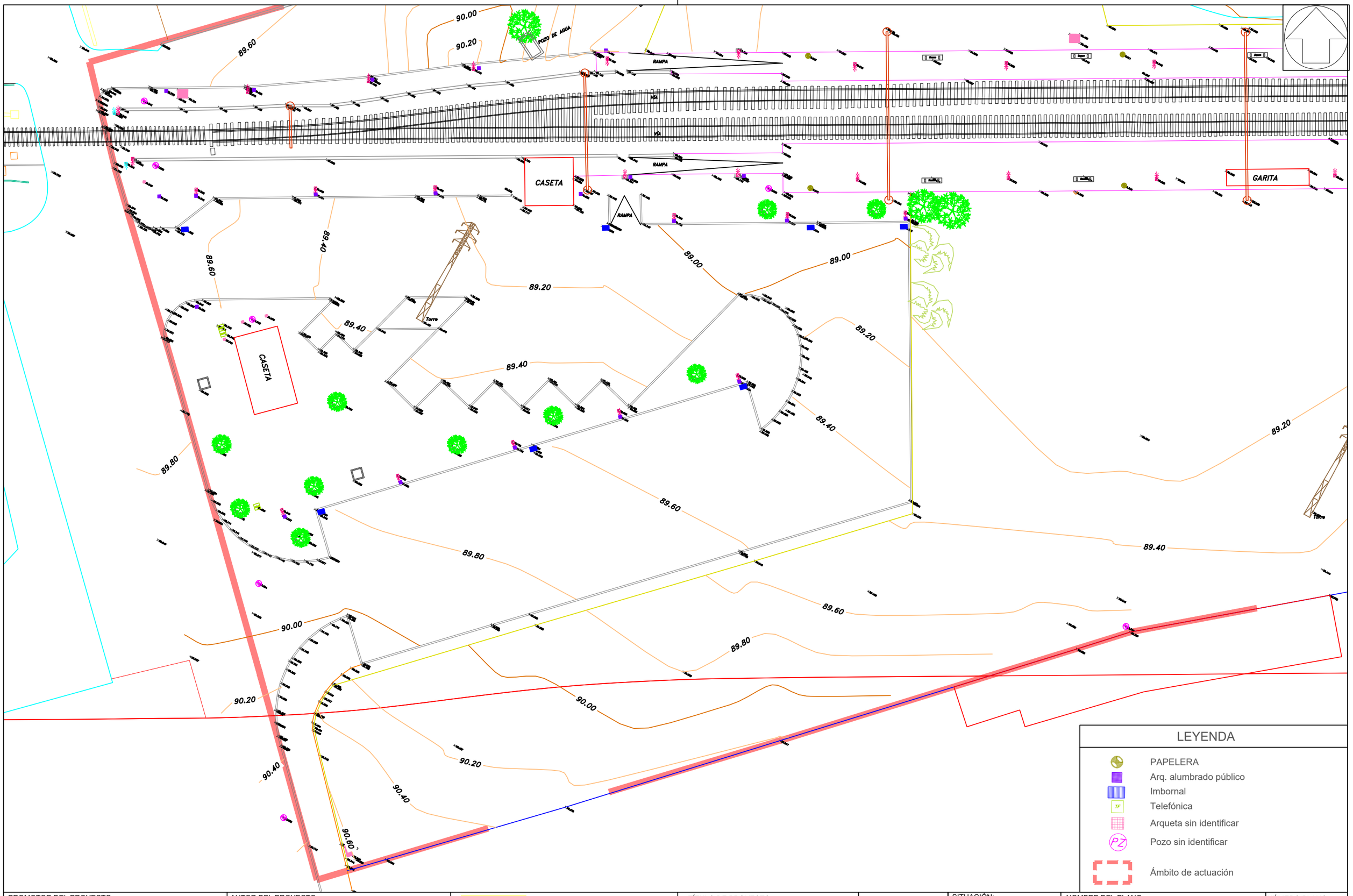
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.1



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/300

FECHA: DICIEMBRE 2024

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

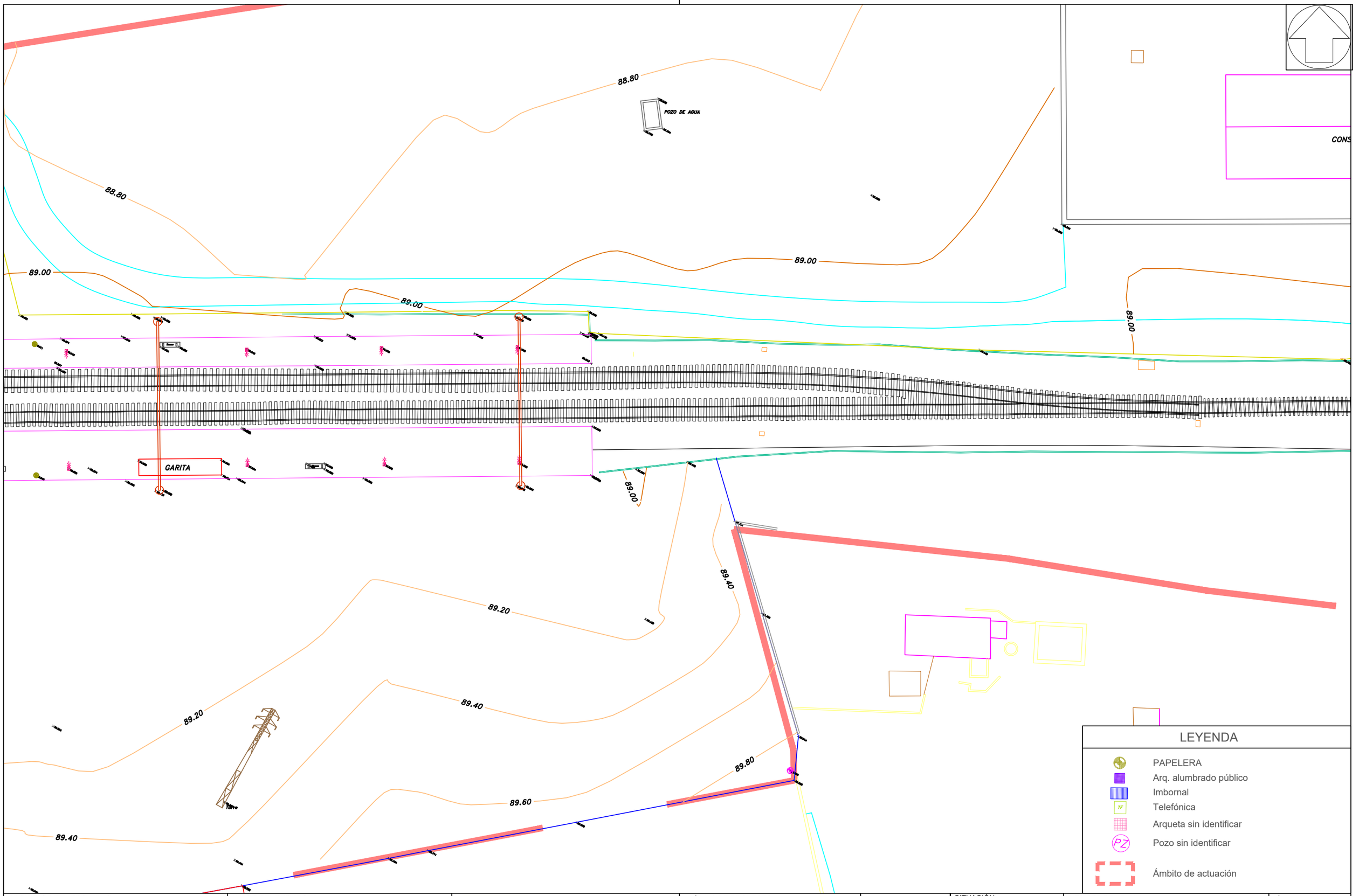
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.1



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/300

FECHA: DICIEMBRE 2024

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.1

LEYENDA

- PAPELERA
- Arq. alumbrado público
- Imbornal
- Telefónica
- Arqueta sin identificar
- Pozo sin identificar
- Ámbito de actuación

88.60

88.80

88.80

POZO DE AGUA

CONSTRUCCION

89.00

89.00

89.00

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	Decode Ingeniería, CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19, C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA- ILLES BALEARS.	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/300 FECHA: DICIEMBRE 2024 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: Topografía	NÚMERO PLANO: **A1.1**

N 4385750.00

N 4385500.00

E 503500.00

E 503750.00

E 504250.00

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES (16)
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL (310.00)
- CORTES (3)

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

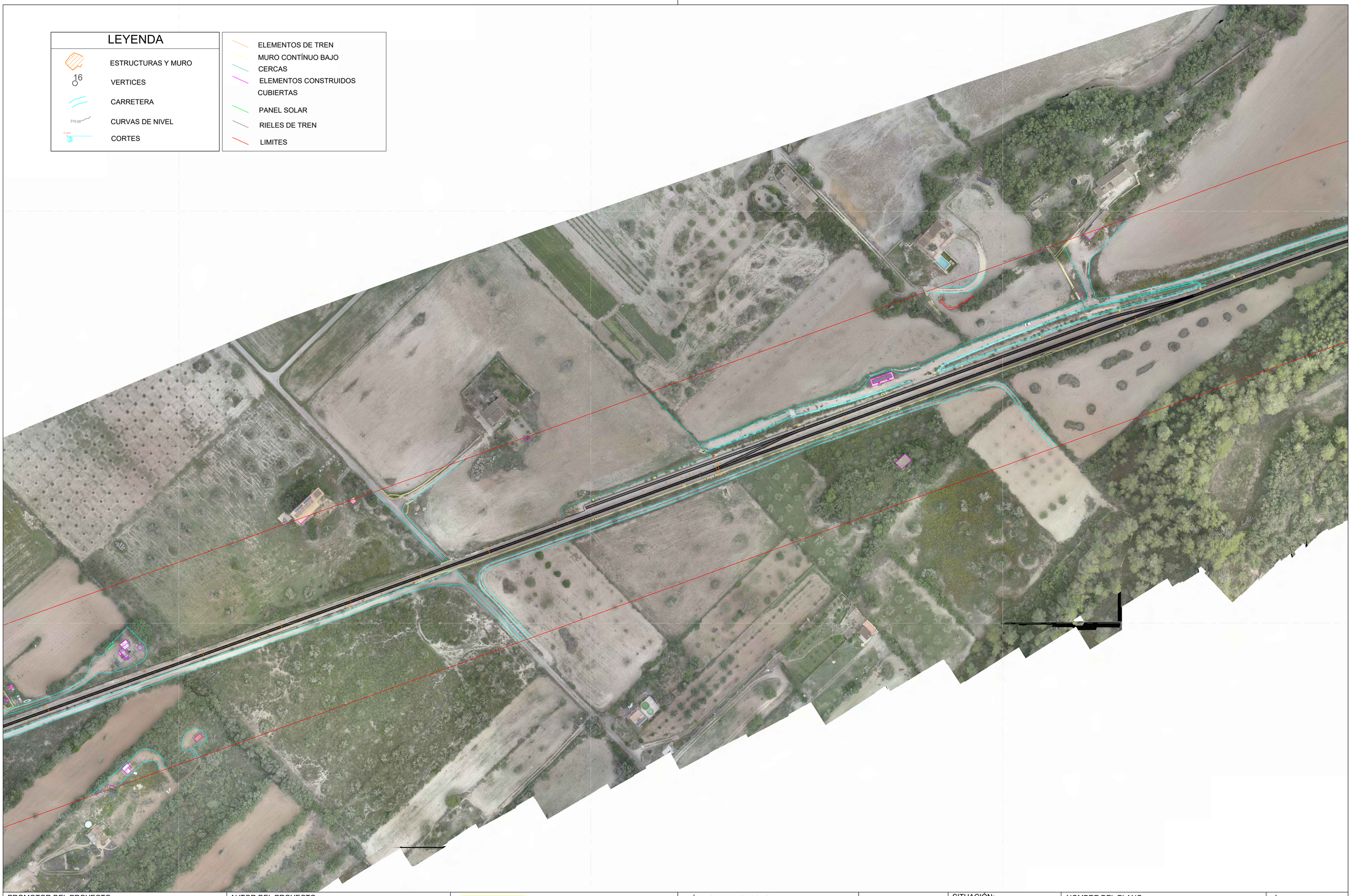
NÚMERO PLANO:

A1.2

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

E 505000.00

E 505250.00

E 504750.00

E 505000.00

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES (16)
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL (310.00)
- CORTES (3)

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES (16)
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL (310.00)
- CORTES (0+000, 3)

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES
- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES
- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES (16)
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL (310.00)
- CORTES (3)

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2



PROMOTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL PROYECTO:		TÍTULO DE PROYECTO:	ESCALA A3: 1/1000	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:	NOMBRE DEL PLANO:	NÚMERO PLANO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	Decode Ingeniería CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19 C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA- ILLES BALEARS.	PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	FECHA: OCTUBRE 2025 NºEXP: OT24017	Estación de FC en Petra 07520 Petra	Topografía	A1.2 9 de 15

LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES
- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

E 510500.00

N 4384250.00



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

N 4384000.00

N 4383750.00



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

N 4383500.00

N 4383500.00

E 511250.00

E 510750.00

N 4383250.00



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS
- CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFME SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

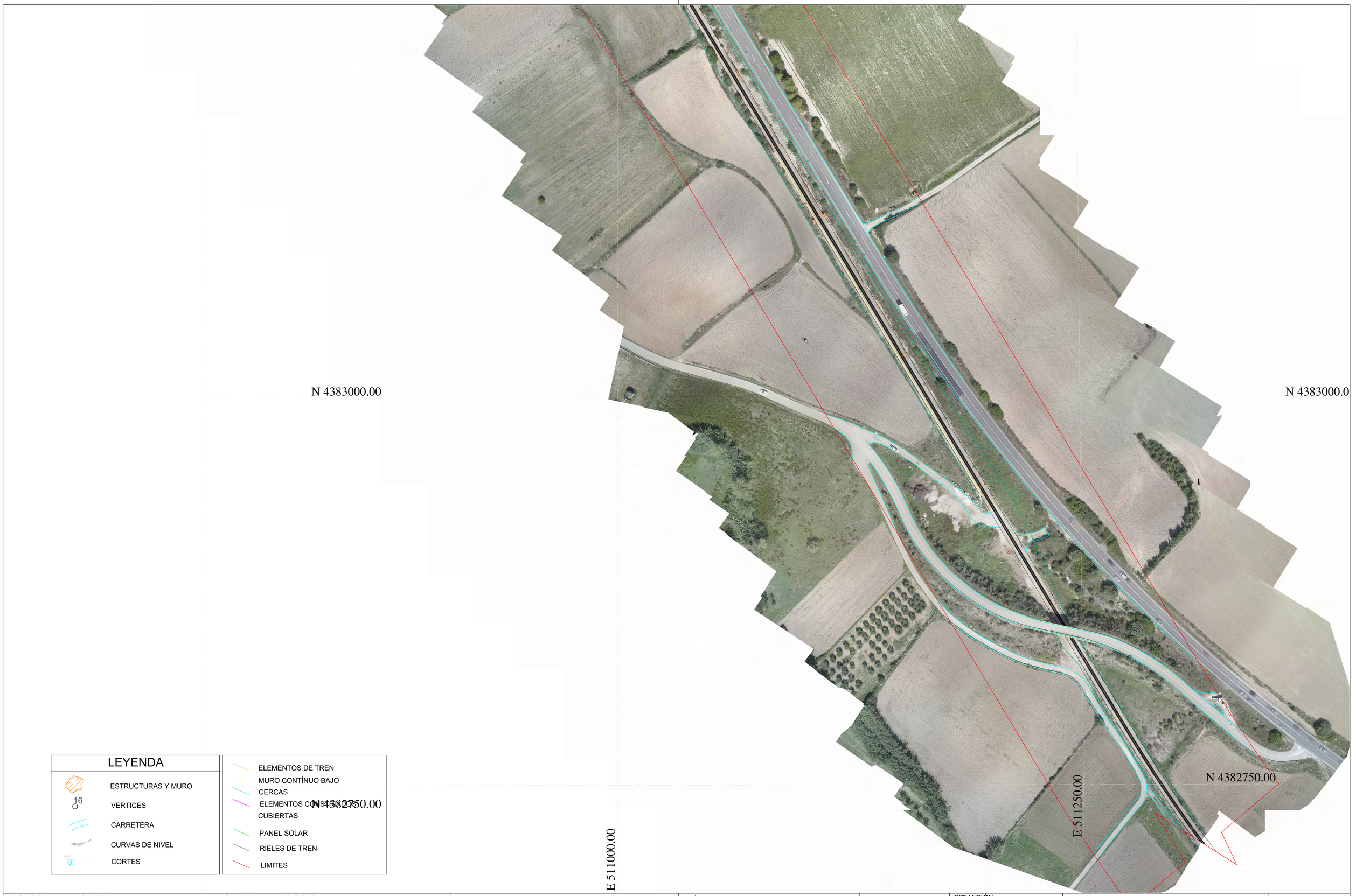
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2



LEYENDA

- ESTRUCTURAS Y MURO
- VERTICES
- CARRETERA
- CURVAS DE NIVEL
- CORTES

- ELEMENTOS DE TREN
- MURO CONTÍNUO BAJO
- CERCAS
- ELEMENTOS CONSTRUIDOS CUBIERTAS
- PANEL SOLAR
- RIELES DE TREN
- LIMITES

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

Decode Ingeniería
CARRER GREMI FUSTERS 33 PLANTA 2 Of 19
C.P.: 07009 -PALMA DE MALLORCA-
ILLES BALEARS.

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA EINSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: OCTUBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

Topografía

NÚMERO PLANO:

A1.2

15 de 15

ANEJO Nº3. GEOTECNIA

ANEJO Nº3. GEOTECNIA

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 MARCO GEOLOGICO GENERAL 3

2.1 HISTORIA GEOLÓGICA 3

2.2 MARCO GEOLÓGICO DEL EMPLAZAMIENTO 4

2.3 GEOMORFOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO 5

2.4 HIDROGEOLOGÍA 6

2.5 TECTÓNICA Y SISMICIDAD 6

3 MARCO GEOTÉCNICO 8

3.1 CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MATERIALES 8

3.2 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO 9

ANEXO I: INFORME GEOMA 2009 13

ANEXO II: INFORME DE CALICATA 14

1 INTRODUCCIÓN

En el año 2009, Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) encargó a la empresa Geoma la elaboración de un estudio geotécnico con el objeto de definir las condiciones del subsuelo para la ejecución de un paso inferior en la Estación de Petra. Dicho informe, que forma parte de la documentación de referencia para el presente proyecto, se incluye como **Anexo 1**.

Con el fin de complementar y actualizar la información disponible, se ha ejecutado en noviembre de 2024 una nueva campaña de reconocimiento, consistente en la apertura de dos calicatas en ubicaciones estratégicas:

- **Zona de implantación de la planta fotovoltaica.**
- **Zona de ampliación del aparcamiento**, donde, además, se ha realizado un ensayo de infiltración in situ para evaluar la capacidad de drenaje del terreno.

El conjunto de trabajos de campo y laboratorio ha tenido por objetivo la caracterización integral de las condiciones **estratigráficas**, **hidrogeológicas** y **geomecánicas** del emplazamiento, con el alcance y el rigor exigidos por la normativa vigente:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), apartado de terraplenes y explanadas.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico SE-C – Cimientos.
- Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Los resultados obtenidos permiten actualizar la información geotécnica de base, verificar las hipótesis de cálculo y establecer criterios constructivos y de cimentación específicos para las actuaciones previstas en la estación.

2 MARCO GEOLOGICO GENERAL

La isla de Mallorca presenta tres grandes dominios morfoestructurales: la Serra de Tramuntana al norte, la Serra de Llevant al sureste y la Depresión Central, que ocupa la zona intermedia. Esta última es una unidad de gran extensión caracterizada por relieves suaves, pendientes reducidas y ausencia de grandes accidentes topográficos. Se trata de una cuenca sedimentaria configurada durante la orogenia alpina y colmatada posteriormente con depósitos de diversa naturaleza.

La Depresión Central está limitada al norte por la Serra de Tramuntana y al sur por la Serra de Llevant, ambas constituidas por materiales calizos y dolomíticos del Jurásico y Cretácico, muy fracturados y karstificados, que actúan como áreas de recarga de los acuíferos subterráneos. El interior de la depresión está ocupado por materiales más recientes, de origen marino y continental, con litologías predominantes de margas, arcillas y arenas, localmente con intercalaciones calcáreas y conglomeráticas.

Desde un punto de vista geodinámico, la formación de esta cuenca está asociada a los movimientos compresivos generados por el cierre del mar de Tethys y el levantamiento de las sierras periféricas durante el Mioceno. Posteriormente, la subsidencia relativa favoreció la acumulación de sedimentos en ambientes de plataforma somera y litoral.

2.1 HISTORIA GEOLÓGICA

Durante el **Mesozoico**, la región correspondiente a la actual Depresión Central de Mallorca estuvo ocupada por un mar somero, donde se depositaron potentes series carbonatadas —fundamentalmente calizas y dolomías— en un ambiente de plataforma marina estable. Estas formaciones constituyen hoy el sustrato mesozoico que aflora en las sierras que delimitan la depresión.

La posterior **Orogenia Alpina** (Mioceno inferior–medio) provocó el levantamiento y plegamiento de las sierras periféricas —Serra de Tramuntana y Serra de Llevant— y la **subsidencia relativa** del bloque central, configurando una cuenca de carácter endorreico parcialmente abierta hacia el mar. Este proceso estuvo vinculado al cierre progresivo del mar de Tethys y a la interacción entre las placas Africana y Euroasiática, generando una intensa actividad tectónica y deformaciones compresivas que definieron el marco estructural actual.

Durante el **Mioceno medio-superior**, la cuenca resultante comenzó a **colmatarse** con materiales procedentes de la erosión de los relieves circundantes y de aportes marinos. Predominaron las sedimentaciones margosas, arcillosas y arenosas, depositadas en **ambientes de plataforma litoral, zonas de transición y medios de baja energía**, lo que favoreció la intercalación de niveles más arenosos o conglomeráticos en sectores próximos a antiguas desembocaduras fluviales. Estos depósitos miocenos constituyen el sustrato principal sobre el que se apoya la mayor parte de la llanura actual.

En el **Cuaternario**, la dinámica de sedimentación estuvo dominada por procesos continentales, con aportes detríticos de gravas, arenas y limos procedentes de la erosión de las sierras, transportados por torrentes y redistribuidos por la acción del viento y el agua superficial. Estos depósitos cuaternarios conforman el nivel más superficial, de potencia variable, que recubre los sedimentos miocenos y constituye el terreno natural sobre el que se han desarrollado los usos agrícolas y las actuales infraestructuras.

2.2 MARCO GEOLÓGICO DEL EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la Estación de Petra se ubica en el sector central de la **Depresión Central de Mallorca**, sobre materiales sedimentarios del **Mioceno inferior (Burdigaliense)**. Según la cartografía geológica del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, Hoja 699 – Petra), el sustrato está constituido mayoritariamente por **margas de tonalidad gris amarillenta**, que en estado fresco presentan coloraciones verdosas, y que localmente contienen **intercalaciones de areniscas calcáreas y niveles calcáreos más compactos**. Estas margas suelen encontrarse estratificadas en capas de espesor centimétrico a decimétrico, con inclusiones puntuales de sílex.

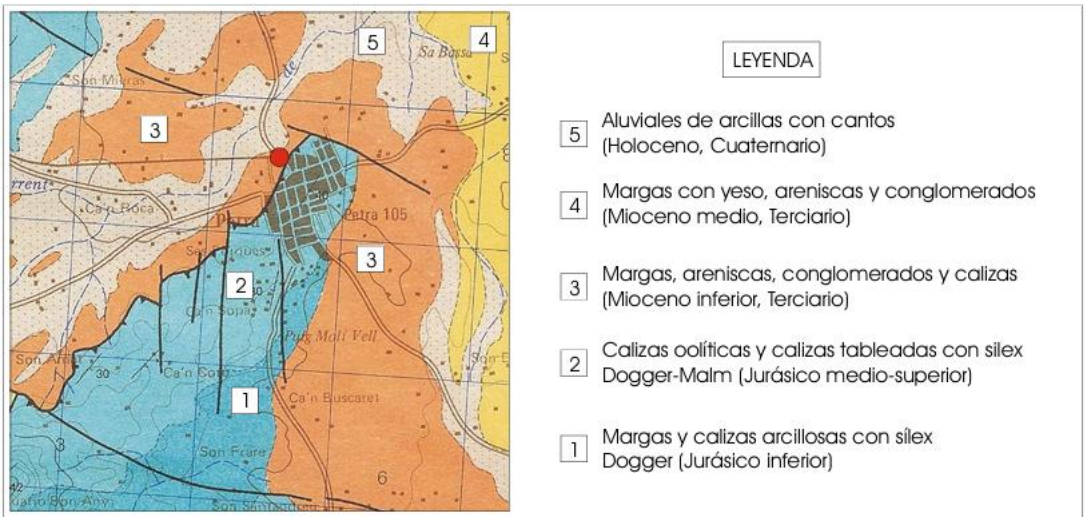


Ilustración 1. Mapa geológico de la zona

Sobre este sustrato margoso aparece un recubrimiento superficial de suelos de naturaleza **arcillosa o limo-arenosa**, en ocasiones con pequeñas gravas dispersas, producto de procesos de alteración y aportes detríticos cuaternarios. La potencia de este recubrimiento es reducida: las calicatas realizadas en 2024 han confirmado la existencia de un horizonte superficial de terreno vegetal de aproximadamente **0,5 m**, bajo el cual afloran directamente los materiales margosos.

En determinados puntos del entorno, particularmente **al norte de las vías**, se han identificado **niveles de arenas arcillosas** de espesor cercano a 1,0 m antes de alcanzar las margas subyacentes. La presencia de estos niveles arenosos indica heterogeneidad en las condiciones de sedimentación

durante el Mioceno, posiblemente ligada a pulsos deposicionales más energéticos o a la influencia de paleocanales y zonas de aporte lateral.

Desde el punto de vista **geomorfológico**, el área presenta un relieve muy llano, con cotas ligeramente decrecientes hacia el sureste, en coherencia con la pendiente general de la depresión. La ausencia de escarpes o irregularidades significativas responde al carácter cohesivo de los materiales y a su baja erosividad.

La **litología cohesiva y la baja permeabilidad** del sustrato margoso condicionan la dinámica hídrica, favoreciendo la acumulación de humedad en superficie y la presencia de niveles freáticos poco profundos. Si bien su cota exacta puede variar estacionalmente, se ha constatado en diferentes reconocimientos la aparición de agua subterránea a profundidades reducidas, aspecto que influye en la capacidad de drenaje natural del terreno.

En conjunto, se trata de un medio geológico **consolidado y relativamente homogéneo** en el entorno inmediato de la estación, que ha servido históricamente como base para infraestructuras lineales y usos agrícolas, al ofrecer un sustrato estable y de comportamiento predecible en el tiempo.

2.3 GEOMORFOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO

La Estación de Petra se encuentra en el sector central de la **Depresión Central de Mallorca** (conocida localmente como *Es Pla*), una unidad morfoestructural situada entre la **Serra de Tramuntana** al norte y la **Serra de Llevant** al sur. Esta depresión corresponde a un bloque hundido de origen tectónico, que ha quedado colmatado por sedimentos marinos y continentales a lo largo del Mioceno y el Cuaternario.

El relieve característico es el de una **llanura suavemente ondulada**, con cotas en torno a los 100 m sobre el nivel del mar y pendientes muy reducidas (inferiores al 2 %), que descienden ligeramente hacia el sureste siguiendo la red de drenaje natural. La topografía es prácticamente horizontal en el entorno inmediato de la estación, lo que ha favorecido históricamente el uso agrícola y la implantación de infraestructuras lineales como la línea ferroviaria.

En la comarca de Es Pla existen algunas elevaciones aisladas —como el Puig de Randa (540 m) o el Puig de Bonany (315 m)— que se levantan abruptamente sobre la llanura, pero no se encuentran en las proximidades directas de Petra, cuyo entorno presenta un carácter netamente llano.

No se identifican en las inmediaciones cauces fluviales permanentes; el drenaje superficial se produce principalmente a través de **torrentes estacionales**, que conducen el agua de lluvia hacia puntos bajos de la llanura. La litología predominante, formada por margas y arcillas de textura fina, presenta **baja permeabilidad**, lo que, junto con la escasa pendiente, favorece la retención temporal de agua en superficie y la aparición ocasional de encharcamientos tras episodios de precipitación intensa.

En conjunto, el emplazamiento se enmarca en un dominio geomorfológico estable y homogéneo, caracterizado por la ausencia de accidentes topográficos significativos y por un modelado controlado tanto por la litología cohesiva del sustrato como por la dinámica hídrica propia de la Depresión Central.

2.4 HIDROGEOLOGÍA

El emplazamiento de la Estación de Petra se encuentra sobre el acuífero de la Depresión Central de Mallorca, una formación hidrogeológica continua que ocupa la llanura situada entre la Serra de Tramuntana y la Serra de Llevant. Este acuífero está constituido principalmente por materiales del Mioceno inferior, de naturaleza margosa, con intercalaciones de arenas y gravas cuaternarias en zonas puntuales, que aportan cierta permeabilidad al conjunto.

La recarga del acuífero se produce fundamentalmente por infiltración directa de la precipitación y por aportes laterales desde las sierras circundantes, especialmente en episodios de lluvia intensa. La permeabilidad dominante es baja a media, condicionada por la litología cohesiva del sustrato, y mejora únicamente en los niveles arenosos intercalados.

Las investigaciones realizadas han constatado la presencia de nivel freático muy superficial, localizado a profundidades comprendidas entre 1,00 m y 1,30 m, dependiendo de la zona y la época del año. Este carácter somero implica que pequeñas variaciones en la pluviometría pueden afectar a su cota, favoreciendo encharcamientos temporales en periodos de recarga elevada.

El flujo subterráneo se orienta de forma general hacia el sureste, siguiendo la pendiente regional del terreno, y su descarga natural se produce a través de la red de torrentes estacionales y zonas de baja cota de la depresión.

Dado que el nivel freático ha aparecido aproximadamente a una profundidad de 1,0 m, la cota de cimentación, va a estar saturado y por lo tanto no va a haber problemas de expansividad (no se va a producir cambios en la humedad de los materiales).

2.5 TECTÓNICA Y SISMICIDAD

La isla de Mallorca se sitúa en el dominio estructural de las Baleares, constituido por un conjunto de materiales mesozoicos y cenozoicos deformados durante la orogenia alpina. En este contexto, la **Depresión Central** donde se emplaza Petra corresponde a un bloque tectónicamente hundido entre las sierras de Tramuntana y Llevant, limitado por estructuras de dirección aproximada NE-SO.

Mallorca se encuentra alejada de las zonas de contacto directo entre las placas Africana y Euroasiática, por lo que su sismicidad es **baja** en comparación con el sureste peninsular. La aceleración sísmica básica establecida por la **Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02** para la isla es **ab = 0,04 g**, lo que sitúa la región en una de las categorías de menor peligrosidad sísmica de España.

La actividad sísmica registrada en las Baleares corresponde mayoritariamente a **terremotos superficiales** (hipocentro < 70 km) de baja magnitud, asociados a reajustes corticales y a la reactivación ocasional de fracturas menores heredadas de la deformación alpina. No se han identificado fallas activas de gran entidad en el entorno inmediato de Petra.

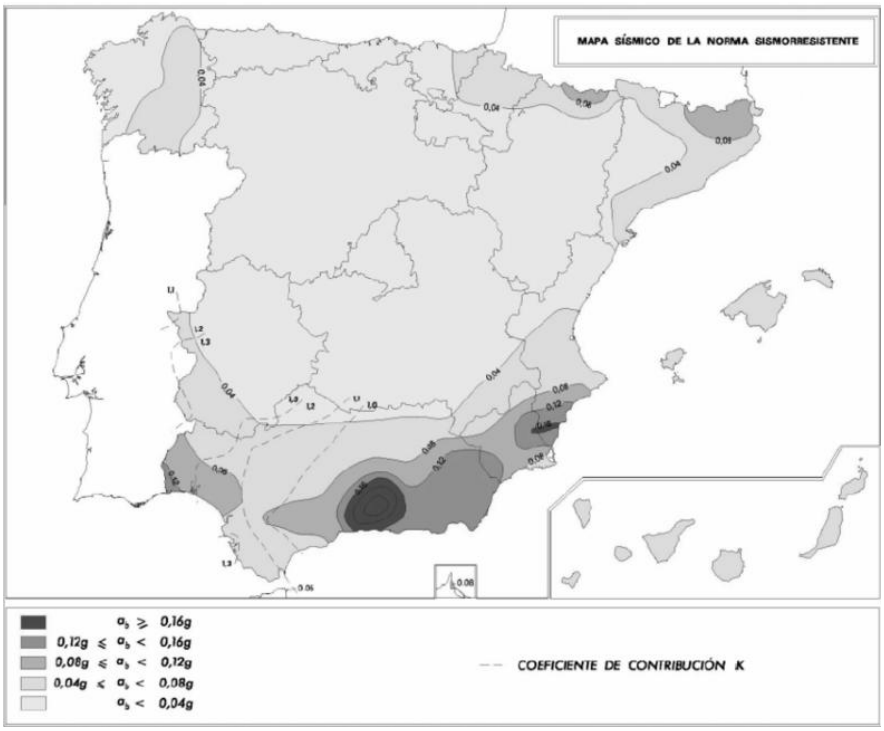


Ilustración 2. Mapa riesgo sísmico NCSR 02

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), la isla de Mallorca se encuentra en zona de **baja peligrosidad sísmica**. Para el término municipal de Petra se adopta:

- Aceleración sísmica básica (TR = 500 años): ab=0,04 g.
- Coeficiente de contribución: K=1,0.
- Coeficiente de riesgo (construcción de importancia normal): ρ=1

El coeficiente del terreno C se evalúa en función de los 30 m superiores. En el emplazamiento dominan margas competentes con intercalaciones arenosas, asimilables a Terreno Tipo II, por lo que se adopta C=1,30 como hipótesis inicial.

El coeficiente de amplificación del terreno S se obtiene en función de C y de ρ·ab. Dado que ρ·ab = 0,04 g ≤ 0,1 g, corresponde a S=1,04

La aceleración sísmica de cálculo resulta:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab = 0{,}0416g \approx \mathbf{0{,}042g}$$

3 MARCO GEOTÉCNICO

El presente apartado tiene por objeto describir las características geotécnicas del terreno en el emplazamiento de la Estación de Petra, a partir de la información obtenida en los reconocimientos previos realizados en 2009 y en la campaña complementaria de 2024. Los trabajos han permitido identificar la secuencia estratigráfica, la naturaleza y propiedades de los materiales, así como las condiciones hidrogeológicas locales, estableciendo la base para la definición de las soluciones constructivas y de cimentación del proyecto.

El estudio se apoya en:

- **Informe geotécnico de 2009** elaborado por Geoma para SFM, que incluyó sondeos mecánicos y ensayos de laboratorio.
- **Campaña de calicatas de 2024**, con toma de muestras, análisis granulométrico, determinación de humedad natural, plasticidad y ensayo de infiltración.

La información recopilada se ha interpretado conforme a la normativa y guías técnicas aplicables, principalmente el **Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SE-C)** y el **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)**, así como la **Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras** del Ministerio de Fomento.

En los siguientes apartados se detallan la disposición y características de las distintas unidades de terreno, su clasificación geotécnica, los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos, y las consideraciones derivadas de la presencia de nivel freático superficial, con el fin de aportar un conocimiento preciso del medio sobre el que se desarrollará la actuación.

3.1 CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

El análisis conjunto de los datos procedentes de los sondeos mecánicos ejecutados en 2009 y de las calicatas realizadas en 2024 permite establecer un perfil estratigráfico representativo del emplazamiento de la Estación de Petra, identificándose tres unidades principales de terreno, diferenciadas por su naturaleza litológica, génesis y comportamiento geotécnico.

a) **Capa superficial – Terreno vegetal y rellenos**

- **Potencia media**: 0,4–0,6 m.
- **Descripción**: horizonte edáfico de textura limo-arenosa o limo-arcillosa, color pardo oscuro, con contenido variable de materia orgánica y presencia ocasional de raíces. En determinados puntos se reconocen aportes de rellenos antrópicos vinculados a la explanación ferroviaria.
- **Origen:** formación superficial de uso agrícola y rellenos de explanación asociados a la implantación de las vías.

- **Comportamiento geotécnico**: baja capacidad portante y elevada compresibilidad; susceptible a variaciones volumétricas por cambios de humedad. Material no apto para cimentación directa sin saneo previo.

2. Arenas arcillosas (unidad detrítica local)

- **Potencia:** hasta 1,0 m, únicamente presente en el sector norte de las vías.
- **Descripción:** arenas finas a medias con matriz arcillosa, color marrón-rojizo, estructura masiva y humedad natural moderada; compacidad media.
- **Origen:** depósitos detríticos cuaternarios de carácter local, posiblemente asociados a paleocanales o aportes laterales desde zonas emergidas próximas.
- **Comportamiento geotécnico:** permeabilidad media-baja, resistencia al corte moderada; en estado húmedo presenta comportamiento cohesivo y potencial de deformación diferida.

3. Margas miocenas (Burdigaliense)

- **Profundidad de aparición:** desde 0,5–1,0 m en el sur hasta 1,5–2,0 m en el norte, constituyendo el sustrato continuo en toda el área.
- **Descripción:** margas de color gris amarillento en estado alterado y verde grisáceo en fresco; textura fina, compacta, con intercalaciones arenosas y niveles calcáreos más cementados.
- **Origen:** depósitos marinos de baja energía sedimentados en ambiente de plataforma somera durante el Mioceno inferior.
- **Comportamiento geotécnico:** material cohesivo, de muy baja permeabilidad y resistencia media-alta en seco; comportamiento estable frente a cargas de servicio, aunque con reducción de resistencia al saturarse. Constituye el principal estrato portante de la zona.

3.2 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO

La caracterización de los materiales en el emplazamiento de la Estación de Petra se ha llevado a cabo a partir de los sondeos mecánicos ejecutados en 2009 y de la campaña complementaria de calicatas y ensayos de laboratorio realizada en 2024. El conjunto de resultados permite definir las unidades estratigráficas presentes, su comportamiento geotécnico y los parámetros de resistencia a emplear en el dimensionamiento de las cimentaciones y de las estructuras enterradas proyectadas.

De forma simplificada, la estratigrafía reconocida se compone de tres niveles principales:

- Una **capa superficial de terreno vegetal y rellenos**, de espesor medio en torno a 0,5 m, sin interés geotécnico por su baja capacidad portante.
- Un nivel de **arenas arcillosas**, localizado principalmente al norte de la traza ferroviaria, con una potencia máxima de 1,0 m y compacidad media, que actúa como transición entre los suelos

superficiales y el sustrato firme.

- El conjunto de **margas miocenas**, que aflora desde cotas muy próximas a la superficie (0,5–1,5 m) y constituye el sustrato predominante en el emplazamiento, conformando el nivel resistente de mayor interés para la cimentación.

3.2.1 Condiciones de drenaje

Los ensayos de infiltración realizados en la campaña de 2024 evidencian la **muy baja permeabilidad** de los materiales margosos y arcillosos presentes en el emplazamiento. Este comportamiento hidráulico obliga a diferenciar en el cálculo entre condiciones a corto plazo y a largo plazo:

- **Corto plazo (no drenado):** En situaciones de excavación o aplicación inmediata de cargas, los suelos cohesivos responden sin disipación de presiones intersticiales. La resistencia al corte se expresa mediante la **cohesión no drenada (cu)**, considerando un ángulo de rozamiento interno nulo ($\phi u \approx 0^{\circ}$).
- **Largo plazo (drenado):** Una vez alcanzado el equilibrio hidráulico y disipadas las sobrepresiones de poro, la resistencia depende de los parámetros efectivos **(c', φ')**. La baja permeabilidad identificada implica que este estado solo se alcanza tras periodos prolongados, siendo el representativo para la evaluación del comportamiento en servicio.

Adicionalmente, se ha constatado la presencia de un nivel freático somero, situado entre 0,6 y 1,3 m de profundidad, lo que refuerza la necesidad de contemplar condiciones de saturación en los cálculos.

3.2.2 Ensayos de referencia

La definición de los parámetros geotécnicos se ha apoyado en la información obtenida en dos campañas diferenciadas:

- **Calicatas de 2024:** sobre las que se realizaron ensayos de identificación y caracterización básica, incluyendo análisis granulométrico, determinación de límites de Atterberg, contenido de humedad natural, ensayo Proctor, así como pruebas específicas de colapso e hinchamiento. Estos resultados han permitido confirmar la naturaleza plástica y la baja permeabilidad de los suelos margosos del emplazamiento, así como estimar su comportamiento volumétrico frente a variaciones de humedad.
- **Sondeos mecánicos de 2009:** que incorporaron la ejecución sistemática de ensayos de penetración estándar (SPT). Los valores obtenidos han sido correlacionados con parámetros característicos de peso específico y ángulo de rozamiento interno, de acuerdo con metodologías empíricas habitualmente empleadas en suelos de naturaleza similar.
- **Ensayos de corte directo (2009):** aunque no se dispone de ensayos triaxiales consolidados-drenados, se cuenta con ensayos de corte directo realizados sobre muestras remoldeadas del estrato margoso, recogidos en el informe geotécnico de Geoma (2009). Estos ensayos

permitieron determinar valores de cohesión no drenada y ángulo de fricción, que han servido como base para la adopción de parámetros de proyecto, posteriormente contrastados con correlaciones estándar derivadas de los resultados de SPT.

En conjunto, la combinación de ambas campañas permite disponer de una caracterización suficientemente representativa de los materiales presentes, tanto en términos de resistencia drenada y no drenada como de comportamiento volumétrico, a pesar de la ausencia de ensayos triaxiales específicos.

3.2.3 Parámetros adoptados

3.2.3.1 Zonificación según los sondeos

El reconocimiento geotécnico realizado en la Estación de Petra permite diferenciar dos sectores principales en función de la litología observada en los sondeos ejecutados:

- **Sondeo S2 (zona norte, placas fotovoltaicas):** se reconoce una capa superficial de terreno vegetal de aproximadamente 0,5 m de espesor, bajo la cual aparece un estrato de arenas arcillosas hasta 1,9 m de profundidad. A partir de esa cota se desarrolla el sustrato de margas arcillosas, que se prolonga en profundidad sin ser agotado por los sondeos.
- **Sondeo S1 (zona sur, edificios, marquesinas y aparcamiento):** bajo la capa superficial de asfalto y rellenos, de escaso espesor y sin interés geotécnico, se desarrolla directamente un estrato de arcillas margosas, que constituye el terreno de apoyo en esta zona.

3.2.3.2 Nivel freático

El nivel freático fue detectado en los reconocimientos de 2009 y 2024 entre 1,0 y 1,3 m de profundidad respecto a la superficie natural. El informe geotécnico señala que, al encontrarse las cimentaciones por debajo de este nivel, el sustrato margoso se mantiene permanentemente saturado, de manera que no se producen variaciones de humedad. Esta condición asegura que los materiales de cimentación no presenten riesgos de expansividad ni de colapso por humectación, garantizando un comportamiento estable a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

3.2.3.3 Parámetros geotécnicos adoptados

Arenas arcillosas (zona norte, S2 hasta 1,9 m):

- **Peso específico (γ):** 19 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 28°
- **Cohesión efectiva (c'):** 5 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 35 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 4,8 kp/cm³ (≈ 47 MN/m³)

- **Tensión admisible para zapatas (profundidad 1,3 m):** 0,13 MPa (≈ 130 kN/m²)

Margas arcillosas (zona sur, S1 y bajo arenas en S2):

- **Peso específico (γ):** 20–21 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 22–26°
- **Cohesión efectiva (c'):** 15–20 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 45–70 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 8,0 kp/cm³ (≈ 78 MN/m³)
- **Tensiones admisibles**
    - Zapatas corridas: 1,4 kp/cm² (≈ 0,14 MPa).
    - Zapatas aisladas: 1,9 kp/cm² (≈ 0,19 MPa).

3.2.4 Consideraciones adicionales

La muy baja permeabilidad de los suelos, confirmada en las calicatas de 2024 mediante ensayo de infiltración (descenso de la lámina de 8 cm en 195 min), obliga a considerar en las verificaciones las condiciones no drenadas a corto plazo (excavación y primera puesta en carga), empleando tensiones totales con ϕu=0º y cu según estrato (arenas arcillosas y margas). Para el comportamiento en servicio (largo plazo) se adoptarán tensiones efectivas con ϕ' y c' representativos de cada unidad litológica, obtenidos de los ensayos de 2009 (corte directo en margas) y de correlaciones con SPT cuando no exista dato directo.

Adicionalmente, al situarse las cotas de apoyo por debajo del nivel freático (1,0–1,3 m), los materiales permanecen saturados de forma estable, por lo que no se prevén fenómenos de expansividad ni colapso por variaciones de humedad.

A efectos de dimensionamiento, se emplearán parámetros característicos conservadores, aplicando los coeficientes parciales de seguridad del CTE DB-SE-C, de acuerdo con la naturaleza de la obra y su categoría geotécnica. En cuanto a durabilidad, los análisis químicos del agua subterránea evidencian agresividad moderada frente al hormigón; en consecuencia, se adoptarán medidas de protección y recubrimientos adecuados conforme al Código Estructural (sección de durabilidad), para los elementos en contacto directo con el terreno o expuestos al agua subterránea.

ANEXO I: INFORME GEOMA 2009

4. Paso peatonal de Petra

4.1 Situación y geología regional

Se tiene previsto realizar un paso peatonal en la misma estación de Petra (ver situación del sondeo en anexos). Se trata de una zona sin pendiente apreciable, a una cota topográfica de aproximadamente 95 m (s.n.m.).



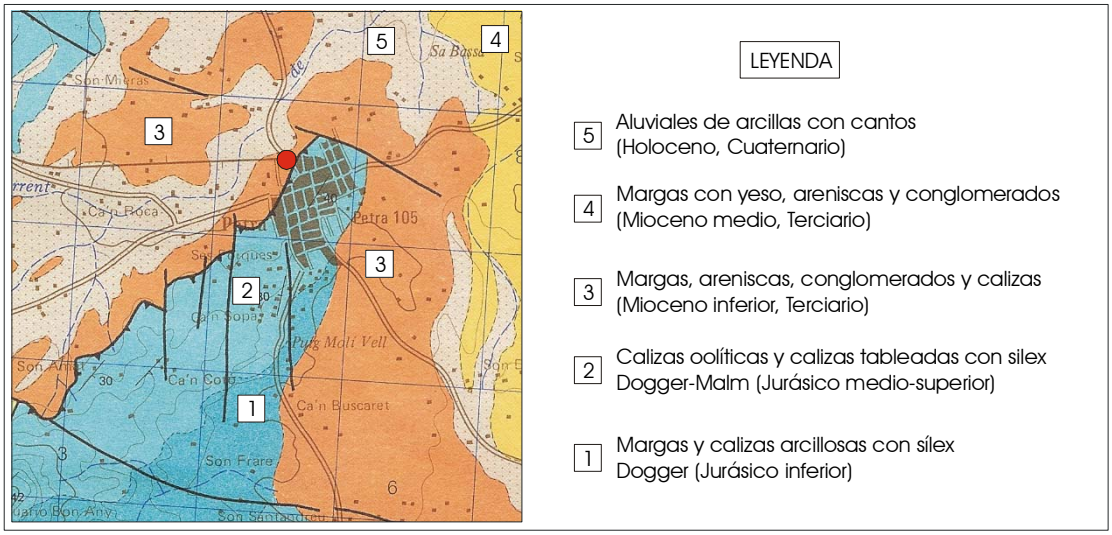
Se sitúa[31] sobre una unidad de *margas y areniscas, y conglomerados y calizas en la base* del Burdigaliense (Mioceno inferior, Terciario).

En la base se disponen 5 metros de conglomerados poligénicos masivos, de color gris, clastosoportados, con cantos heterométricos de calizas y dolomías jurásicas. Sobre este tramos se disponen otros dos metros de conglomerados similares con lentejones de calcarenitas. La sección culmina con 10 metros de areniscas calcáreas bioclásticas de grano medio a grueso, de tonalidades amarillentas, con cantos angulosos de calizas jurásicas y sílex aislados.

Sobre este tramo basal se sitúa un conjunto de margas con una complejidad tectónica que hace muy difícil la estimación de su potencia. Suelen originar zonas llanas deprimidas y laderas suaves. Se trata de margas de color verde o gris cuando están frescas y amarillentas cuando están alteradas, con intercalaciones de niveles de areniscas y selexitas en capas de 20 a 100 y 5 a 20 cm, respectivamente.

[31] Según Hoja 699 39-27 del Mapa Geológico de España (E 1:50.000), publicado por el ITGE (1991)

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es



4.2 Geología del emplazamiento

Desde la superficie y hasta una profundidad de aproximadamente 0,50 m aparece una capa de asfalto y un relleno de explanada.

Subyacente y únicamente en la zona del sondeo 3 aparece una solera de hormigón, un relleno granular y un tramo de arenas arcillosas de color rojizo. El espesor del conjunto es de 1,40 m.

Por debajo existe un sustrato margoso homogéneo constituido por arcillas margosas con intercalaciones puntuales de margas, de color gris amarillento.

Los resultados de los ensayos de identificación realizados sobre muestras del tramo de arenas arcillosas y del sustrato margoso se muestran en la siguiente tabla:

	Denominación material*	Arenas arcillosas rojizas	Sustrato margoso
	Muestra	**S2MR1**	**S1MR1**
PARÁMETRO	% Pasa tamiz 20 mm	100	100
	% Pasa tamiz 5 mm	90	98
	% Pasa tamiz 2 mm	83	96
	% Pasa tamiz 0,40 mm	69	90
	% Pasa tamiz 0,16 mm	53	88
	% Pasa tamiz 0,08 mm	42	85
	% Gravas	10	2
	% Arenas	48	13
	% Finos	42	85
	Límite líquido	No plástico	53,5
	Límite plástico	No plástico	32,1
	Índice plasticidad	No plástico	21,4
	Clasificación Unificada de Suelos	SM	CH

* Según la descripción geológica realizada.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

	Denominación material*	Arenas arcillosas rojizas	Sustrato margoso
	Muestra	**S2MR1**	**S1MR1**
PARÁMETRO	Denominación del suelo según Clas. Unif. Suelos	Arenas limosas	Arcilla de alta plasticidad con arena
	Potencial expansividad[32]	Inexistente	MEDIO
	Contenido en sulfatos (mg/kg)	---	34,11
	Grado de agresividad[33]	---	Inexistente

* Según la descripción geológica realizada.

El potencial de hinchamiento se correlaciona empíricamente con diversos parámetros, considerándose el Índice de plasticidad como uno de los más significativos (Geotecnia y cimientos, vol. 3. *Ed. Rueda*, *1980*). Así, según *R. Ortiz, 1975*, un índice de plasticidad de entre 15 y 28 es indicativo de un potencial de hinchamiento MEDIO.

Dado que el nivel freático ha aparecido a 1,0 m de profundidad, el sustrato rocoso, a la cota de cimentación, va a estar saturado y por lo tanto no va a haber problemas de expansividad (no se va a producir cambios en la humedad de los materiales).

Tal como se indica en la tabla el sustrato margoso no presentan agresividad por sulfatos.

4.3 Hidrogeologia e hidrología

Tal como aparece en la tabla, el sustrato margoso corresponde a un terreno tipo CH, que si se asimila a un suelo CL (arcilla de baja plasticidad), su permeabilidad varia[16] entre 10^{-7} y 10^{-10} m/s.

No existe ningún torrente en las cercanías del solar por lo que no existe riesgo de inundación por avenidas.

En fecha 18 de noviembre de 2009, día que terminaron los sondeos, el nivel freático se detectó[34] a una profundidad de -1,0 m en el interior del sondeo 2 por lo que va a afectar a la cimentación del paso peatonal.

Se tomó una muestra agua para evaluar el peligro de ataque químico del hormigón utilizado en la cimentación, analizándose los diferentes parámetros recogidos en la Instrucción de hormigón estructural, EHE, como indicadores de la agresividad de las aguas. Se adjunta copia del informe de laboratorio en anexos.

[32] El potencial de hinchamiento se correlaciona empíricamente con diversos parámetros, considerándose el Índice de plasticidad como uno de los más significativos (Geotecnia y cimientos, vol. 3. *Ed. Rueda*, *1980*). Así, según los criterios recopilados por *R. Ortiz, 1975*, un índice de plasticidad menor de 18 es indicativo de un potencial de hinchamiento bajo, entre 15 y 28, medio, entre 25 y 40, alto y mayor de 35, muy alto.
[33] Según EHE.
[34] No es posible conocer la variación estacional del nivel freático dado que sería necesario un estudio más prolongado en el tiempo.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

Los resultados de los análisis de laboratorio han sido los siguientes:

Parámetro	Valor	Grado de agresividad	Tipo de exposición
pH	7,07	Inexistente	---
Magnesio (mg/l)	33,2	Inexistente	---
Amonio (mg/l)	0,86	Inexistente	---
Sulfatos (mg/l)	228	Débil	Qa
CO_2 (mg/l)	70,1	Medio	Qb
Residuo seco	1038	Inexistente	---

De los que se deduce que el agua presenta un grado medio de agresividad siendo necesario tomar medidas al respecto.

El artículo 37.3.4 de la instrucción EHE indica que para agresividad Qa en sulfatos (contenido menor de 600 mg/l) no es necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

Por otro lado, el cuadro 3 del anejo 3 de la EHE indica que para agresividad por anhídrido carbónico es recomendable utilizar cementos tipo CEM IV, CEM V, CEM III, CEM II/P, CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D y CEM II/S con la característica adicional MR.

4.4 Características resistentes y deformacionales de los materiales del subsuelo

Con el fin de conocer las características resistentes y deformacionales de los materiales del subsuelo afectados por el paso peatonal, y dado que se trata de rocas blandas (margas), se han ejecutado 10 ensayos de penetración estándar (S.P.T.) en el interior de los sondeos.

A continuación se muestra un cuadro resumen con los resultados de los ensayos de resistencia a la penetración (se adjunta los informes de laboratorio en anexos):

Unidad geotécnica	Ensayo	Sond	Profundidad*	N_{SPT}	N_{SPT} Representativo[35]
Arenas arcillosas rojas	SPT1	2	1,45-1,90 m	12	12
Arcillas margosas	SPT1	1	0,70-1,15 m	12	30
	SPT2	2	2,60-3,05 m	25	
	SPT2	1	2,85-3,05 m	R	
	SPT3	1	4,90-5,35 m	29	
	SPT3	2	5,45-5,90 m	34	

* Desde la boca del sondeo

[35] Corresponde al valor de la resistencia a la penetración estándar que se va a considerar representativo de los materiales para posteriores cálculos y correlaciones.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

Unidad geotécnica	Ensayo	Sond	Profundidad*	N_{SPT}	N_{SPT} Representativo[36]
Arcillas margosas	SPT4	1	6,70-7,15 m	38	30
	SPT4	2	8,50-8,95 m	29	
	SPT5	1	10,00-10,35 m	R	
	SPT5	2	11,55-12,00 m	56	

* Desde la boca del sondeo

Un N_{SPT} representativo de 12 en arenas equivale[37] a un módulo de deformación de 263 Kp/cm^2 y un coeficiente de balasto de 4,8 Kp/cm^3.

Un N_{SPT} representativo de 30 en arcillas equivale[38] a un módulo de deformación de 180 Kp/cm^2, un coeficiente de Poisson de 0,15 y un coeficiente de balasto de 8,0 Kp/cm^3.

Por otro lado sobre una muestra inalterada tomada en el sondeo 2 (arcillas margosas) a una profundidad de entre 2,00 y 2,60 m, se ha realizado un ensayo de corte directo sin drenaje (UU). Los resultados indican una cohesión sin drenaje de 0,7 Kp/cm^2 y un ángulo de rozamiento de 26,6º.

4.5 Estabilidad de los taludes de excavación

Según la información facilitada por el solicitante y a raíz de la existencia del nivel freático a cotas superficiales se ha decidido no ejecutar el paso de peatones como un paso inferior sino como una pasarela superficial. Por ese motivo no va a existir excavación ni se van a generar taludes.

4.6 Empujes del terreno sobre la estructura

Por el motivo expuesto en el punto anterior, no van a existir empujes del terreno sobre la estructura.

[36] Corresponde al valor de la resistencia a la penetración estándar que se va a considerar representativo de los materiales para posteriores cálculos y correlaciones.

[37] El *módulo de deformación*, E, ha sido obtenido a partir de las correlaciones con el N_{SPT} propuestas en el Manual de edificación. Vol. 3: Mecánica de los terrenos y cimientos, CIE 2003, para arcillas.
El *coeficiente de Poisson* ha sido obtenido a partir de las correlaciones propuestas con el N_{SPT} en el Curso Aplicado de Cimentaciones, COAM 1996, para arcillas.
El *coeficiente de Balasto* ha sido obtenido a partir de las correlaciones con el N_{SPT} propuestas en el Manual de edificación. Vol. 3: Mecánica de los terrenos y cimientos, CIE 2003, para arcillas.

[38] El *módulo de deformación*, E, ha sido obtenido a partir de las correlaciones con el N_{SPT} propuestas por Carlos Crespo Villalaz en Mecánica de suelos y cimentaciones, 1998, para arenas.
El *coeficiente de Poisson* ha sido obtenido del Curso Aplicado de Cimentaciones, COAM 1996, para arenas.
El *coeficiente de Balasto* ha sido obtenido a partir de las correlaciones con el N_{SPT} propuestas en el Manual de edificación. Vol. 3: Mecánica de los terrenos y cimientos, CIE 2003, para arenas.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

4.7 Estabilidad del fondo de la excavación (subpresiones)

Como no se va a ejecutar ningún tipo de excavación, queda asegurada la estabilidad de la superficie de cimentación.

Debido a el nivel freático puede llegar a estar por encima de la cimentación se puede producir un fenómeno de subpresión.

La presión total sobre una superficie de un terreno saturado viene dado por la fórmula (Terzaghi, 1971):

$\sigma = \sigma' + u$ donde σ es la presión total; σ' la presión efectiva y u la presión neutra o presión debida al agua ($u = \gamma_w \cdot h$, siendo γ_w la densidad del agua y h la altura piezométrica).

Se produce subpresión cuando la presión hidrostática anula la presión efectiva:

$$\sigma' = \sigma - u$$

Para poder conocer por tanto la subpresión por ascenso del nivel freático es necesario conocer cual es la máxima altura que puede alcanzar el agua por encima de la cota de cimentación[39].

4.8 Capacidad portante (carga admisible frente al hundimiento y asientos)

La carga admisible frente al hundimiento de los materiales puede ser calculada a partir de los ensayos in situ (ensayos de penetración estándar, S.P.T.).

A continuación se muestra un cuadro con los valores de carga admisible frente al hundimiento, basados en los ensayos de penetración:

Unidad geotécnica	Ensayo	Sond	Profundidad*	N_{SPT}	Asimilado a:	Carga admisible[40] (Kp/cm^2)	
						Zapatas cuadradas	Zapatas corridas
Arenas arcillosas rojas	SPT1	2	1,45-1,90 m	12	Arenas	1,3	
Sustrato margoso	SPT1	1	0,70-1,15 m	12	Arcillas	1,9	1,4
	SPT2	2	2,60-3,05 m	25		4,0	3,0
	SPT2	1	2,85-3,05 m	R		>4,8	>3,6
	SPT3	1	4,90-5,35 m	29		4,6	3,5

* Desde la boca del sondeo.

[39] Tal como se comentó en el apartado de hidrogeología no es posible conocer la variación estacional del nivel freático dado que sería necesario un estudio más prolongado en el tiempo.
[40] Según Carlos Crespo Villalaz, en Mecánica de suelos y cimentaciones, 1998, para arcillas.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

Unidad geotécnica	Ensayo	Sond	Profundidad*	N_{SPT}	Asimilado a:	Carga admisible[41] (Kp/cm^2)	
						Zapatas cuadradas	Zapatas corridas
Sustrato margoso	SPT3	2	5,45-5,90 m	34	Arcillas	>4,8	>3,6
	SPT4	1	6,70-7,15 m	38		>4,8	>3,6
	SPT4	2	8,50-8,95 m	29		4,6	3,5
	SPT5	1	10,00-10,35 m	R		>4,8	>3,6
	SPT5	2	11,55-12,00 m	56		>4,8	>3,6

La carga admisible frente al hundimiento de un terreno es función del tipo de cimentación, por lo que los valores indicados no son adecuados para el diseño de otro tipo de cimentaciones, como por ejemplo, losas.

Atendiendo al cuadro anterior, en caso de una pasarela apoyada en superficie, se recomienda su apoyo en el sustrato margoso, una vez eliminados los rellenos existentes y el tramo de arenas arcillosas (en la zona del sondeo 2 el apoyo se debería realizar mediante pozos de cimentación ya que el sustrato aparece a una profundidad de casi 2,0 m). La carga admisible de hundimiento sería de 1,9 Kp/cm^2 para zapatas cuadradas y de 1,4 Kp/cm^2 para zapatas corridas.

El asiento de cualquier terreno se debe a tres tipos de procesos consecutivos en el tiempo: un asiento instantáneo, que es el que se produce inmediatamente después de aplicar carga al terreno por distorsión del mismo (sin drenaje), un asiento de consolidación primaria por cambio de volumen del terreno al disiparse la presión intersticial (con drenaje) y un asiento de consolidación secundaria por un fenómeno de fluencia.

En la mayoría de los terrenos el asiento debido a la consolidación secundaria es pequeño por lo que no se suele calcular y se expresa el asiento total en términos de asiento instantáneo y asiento de consolidación primaria.

En terrenos cohesivos normalmente consolidados el asiento instantáneo (Si) constituye únicamente el 10% del asiento total siendo el resto asiento de consolidación primaria (Sc), mientras que en terrenos cohesivos sobreconsolidadas el asiento total se reparte a partes iguales entre el asiento instantáneo (Si) y el asiento de consolidación (Sc).

Una estimación del asiento total de las cimentaciones apoyadas en terrenos cohesivos se hace a través de modelos isótropos elásticos tales como los mostrados en el anexo de cálculo.

Tal como se comentó anteriormente, el módulo de deformación E del sustrato margoso es de 180 Kp/cm^2 y el coeficiente de Poisson v de 0,15.

Para una zapata de aproximadamente 2,0x3,0 m, apoyada sobre el sustrato margoso y con una carga de trabajo de 1,9 Kp/cm^2 los asientos son de 1,96 cm.

[41] Según Carlos Crespo Villalaz, en Mecánica de suelos y cimentaciones, 1998, para arcillas.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

El Código Técnico de la Edificación, CTE 2006, no limita los asientos totales por lo que se considera prudente atender a los criterios de la norma anterior, NBE-AE-88, para valorar si los asientos son admisibles.

Como se puede observar los asientos previsibles calculados son inferiores a 5,0 cm. Para este tipo de terreno (cohesivo) y la entidad de la construcción (suponiendo una estructura de hormigón armado de gran rigidez) éstos se consideran admisibles (Norma NBE-AE-88).

4.9 Párametros resistentes para el cálculo de pilotes

Para los pilotes es posible obtener una aproximación a los valores de resistencia al fuste y por punta a partir de los ensayos de penetración (S.P.T.).

Para el caso de suelos cohesivos el cálculo de la *resistencia en punta* se realiza directamente a partir de los resultados de los ensayos de compresión simple, o mediante la correlación de los ensayos de penetración con la resistencia a la compresión simple[42]. La resistencia en punta en terrenos cohesivos viene dada por la siguiente expresión:

$$r_p = c_u \cdot N_c$$

Siendo r_p = resistencia unitaria por punta (Kp/cm^2), c_u la cohesión sin drenaje del terreno (Kp/cm^2) y N_c un factor de carga que es igual a 9 (Skempton, 1951) para penetraciones en el estrato de apoyo iguales o superiores a 4 veces el diámetro del pilote.

En caso de suelos cohesivos con aplicación rápida de la carga, el rozamiento se hace prácticamente nulo, quedando reducida la *resistencia por el fuste* a una adherencia, c_a. Ésta se determina a partir de la resistencia al corte sin drenaje de la arcilla, c_u.

Para pilotes hincados[43] el valor de c_a/c_u puede obtenerse a partir de la cohesión sin drenaje (en t/m^2):

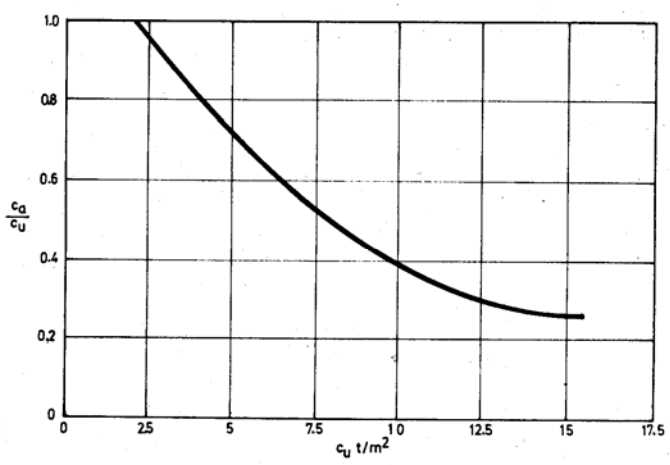


Fig. 5.10.—Adherencia de pilotes hincados en arcilla.

[42] Según Carlos Crespo Villalaz en Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 1998
[43] Según Curso Aplicado de cimentaciones, C.O.A.M., 1996

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

Para pilotes perforados las relaciones c_a/c_u varían[44] entre 0,7 (arcillas blandas) y 0,2 (arcillas duras) con un valor típico de 0,45.

Interpolando los valores se obtiene:

Arcillas blandas[45] (Nspt = 2-4 y q_u = 0,25-0,50 Kp/cm^2)	c_a/c_u = 0,70
Arcillas medias (Nspt = 4-8 y q_u = 0,50-1,00 Kp/cm^2)	c_a/c_u = 0,60
Arcillas compactas (Nspt = 8-15 y q_u = 1,00-2,00 Kp/cm^2)	c_a/c_u = 0,45
Arcillas muy compactas (Nspt = 15-30 y q_u = 2,00-4,00 Kp/cm^2)	c_a/c_u = 0,33
Arcillas duras (Nspt >30 y y q_u > 4,00 Kp/cm^2)	c_a/c_u = 0,20.

Por tanto y para cada tipo de material investigado, la resistencia de punta y por fuste son las siguientes:

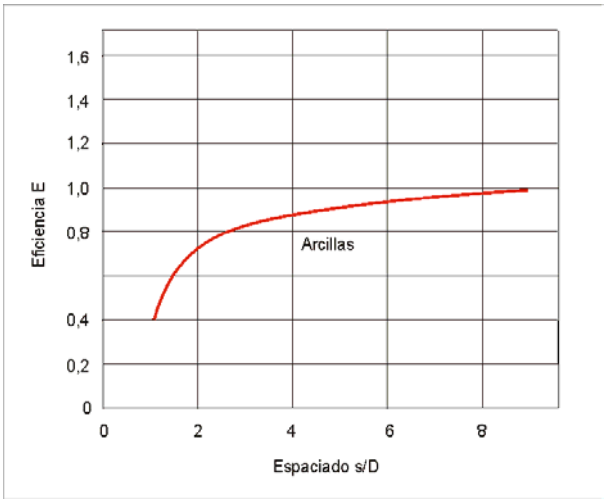
Material	**N_{SPT}**	**Resistencia por punta (Kp/cm^2)**	**Resistencia por fuste (Kp/cm^2)**	
			P. perforados	P. hinca
Sustrato margoso	30	18,0	0,66	0,50

En todos los casos la separación entre pilotes no deberá ser inferior a 2,5 veces el diámetro ni superior a 4 veces el diámetro de los mismos.

La carga admisible de un grupo de pilotes es el sumatorio de las cargas admisibles de cada uno de los pilotes multiplicado por un coeficiente de eficiencia (E).

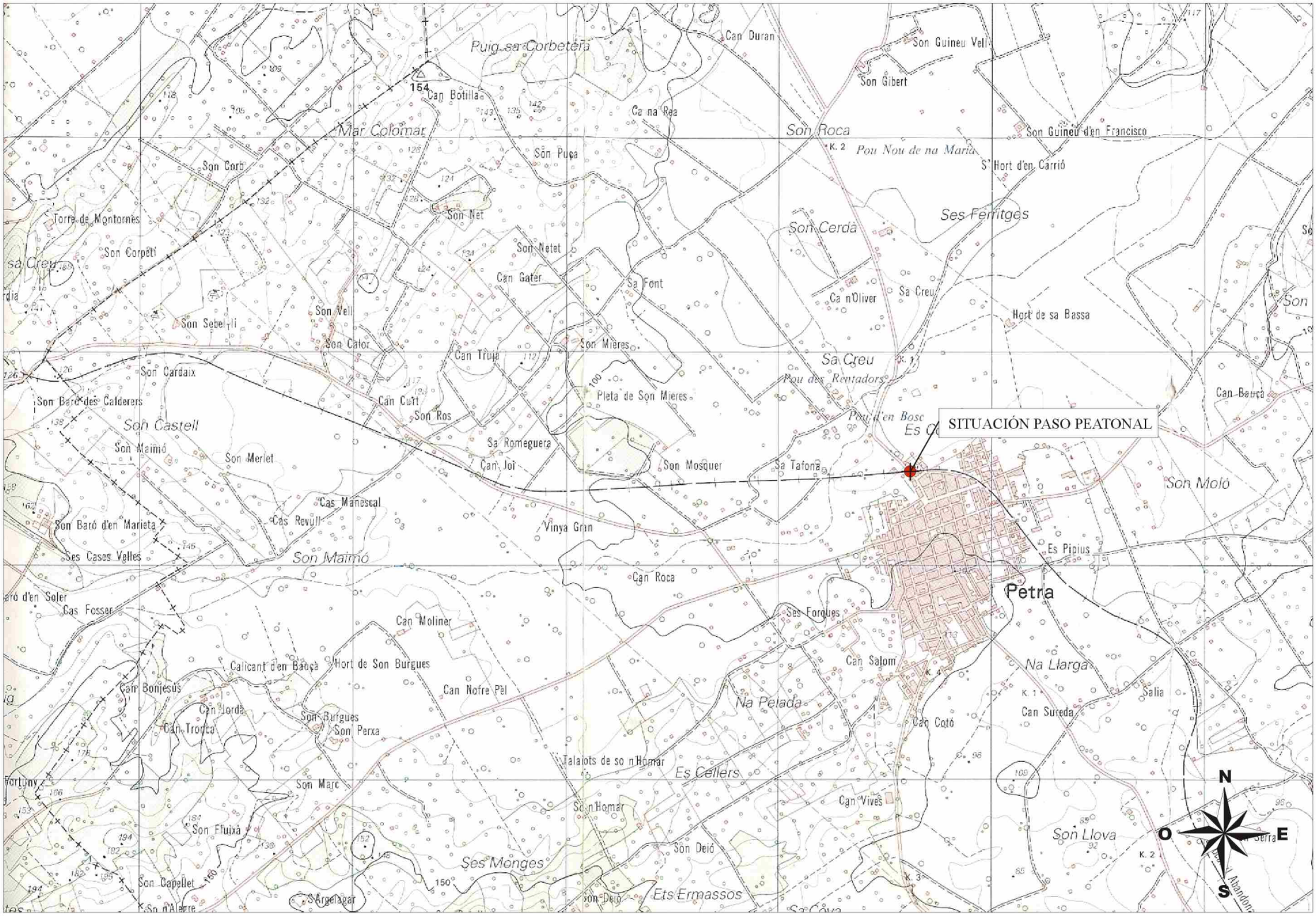
$$Q_{admgrupo} = E \cdot \Sigma Q_{admpilote}$$

Para suelos cohesivos Oteo, 1980, propone obtener los valores del coeficiente de eficiencia mediante la siguiente gráfica siendo "s" la distancia entre ejes de los pilotes y "D" el diámetro de los mismos:

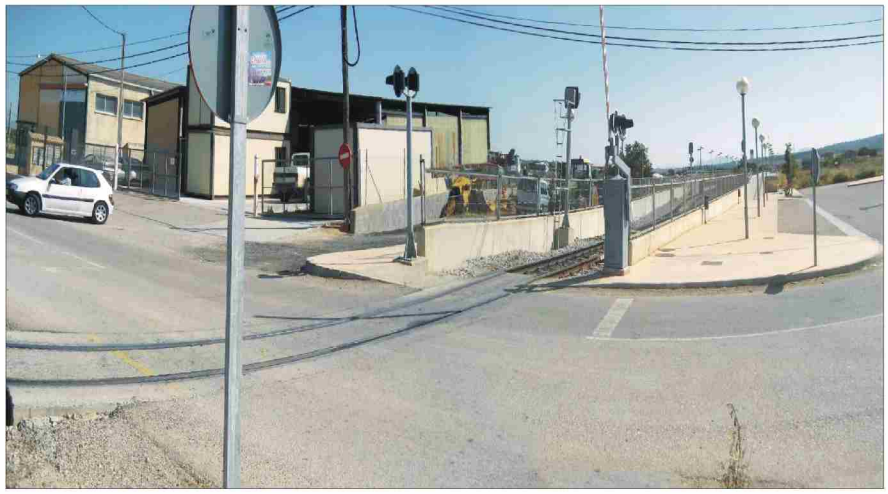


[44] Según Curso Aplicado de cimentaciones, C.O.A.M., 1996
[45] Descripción en función del Nspt obtenida del Curso Aplicado de Cimentaciones, C.O.A.M., 1996.

GEOLOGÍA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt (Sta. Maria). Tlf: 971 62 09 09. Fax 971 62 09 08
Empresa con Sistema de Calidad certificado en ISO 9001/2000 y acreditada en el área GTC (Registro 02028GTC07)
www.geoma.es E-mail: geotecnia@geoma.es

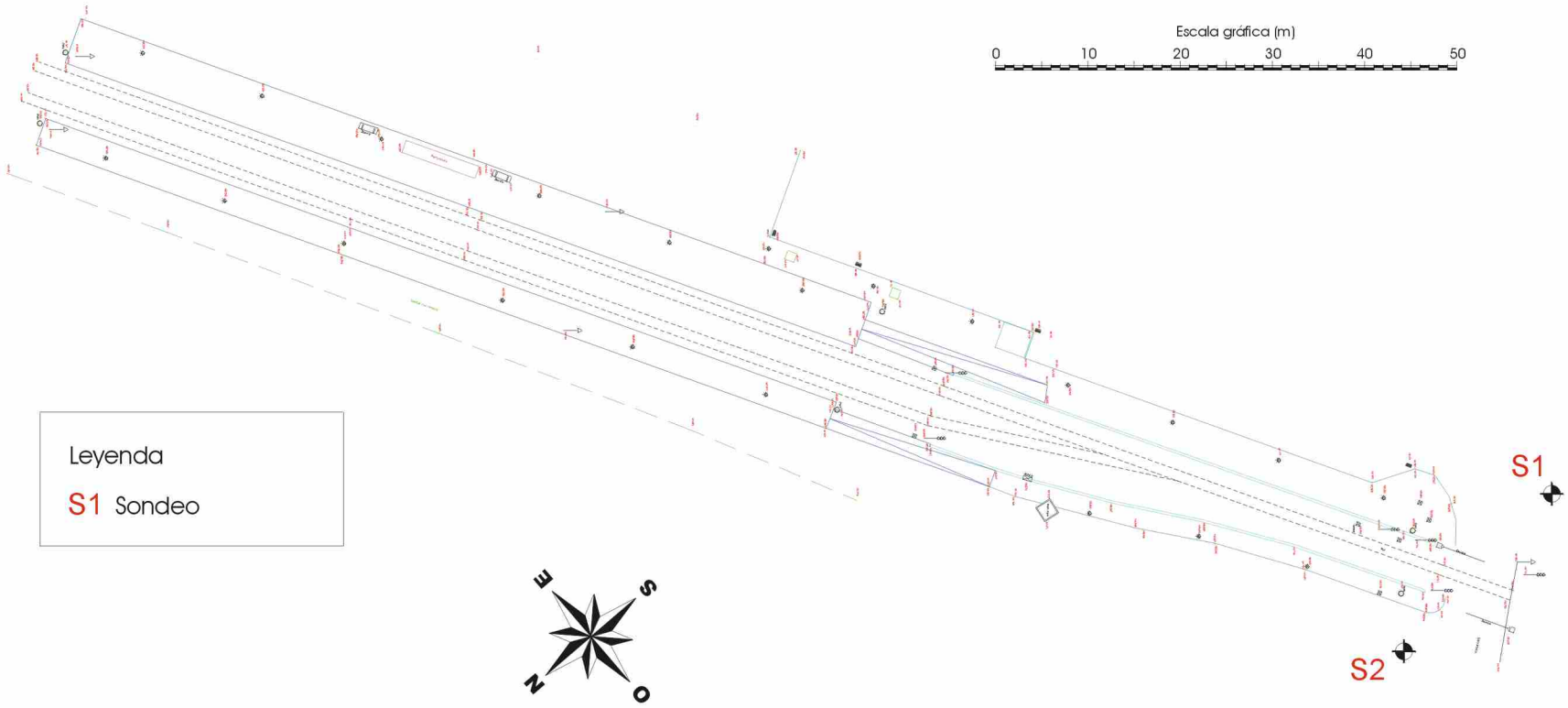


GEOMA Geologia de Mallorca s.l.	GEOLOGIA DE MALLORCA S.L. Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08	TITULO DEL ESTUDIO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR EXP. 2167/09	ESCALA: 1/25000		TITULO DE LA FIGURA: PLANO DE SITUACIÓN ESTACIÓN DE PETRA	FECHA: NOVIEMBRE 2009 FIGURA 14 DE 29




Sondeo 1


Sondeo 2



GEOMA
Geologia de Mallorca s.l.

GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria
Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08

TITULO DEL ESTUDIO:
ESTUDIO GEOTÉCNICO
PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR
EXP. 2167/09

TITULO DE LA FIGURA:
SITUACIÓN DE LOS SONDEOS
PASO PEATONAL DE PETRA

FECHA:
NOVIEMBRE 2009

GEOMA
GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.

TITULO DEL ESTUDIO: ESTUDIO GEOTÉCNICO
PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR
EXP. 2167/09

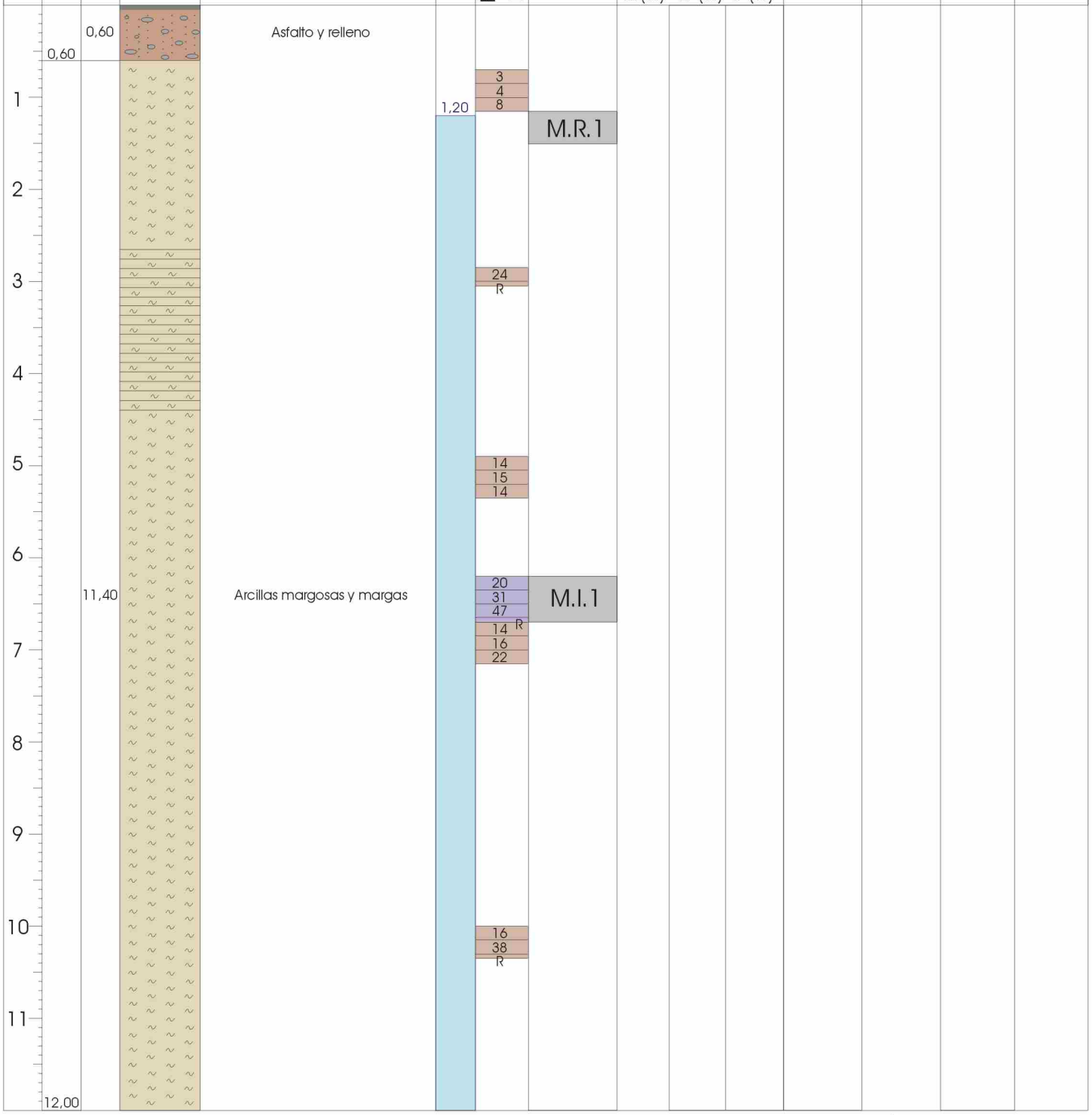
FIGURA 17 DE 29

GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, solar 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria
Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08

TITULO DE LA FIGURA: COLUMNA SONDEO

SONDEO: 1 | FECHA: 17/11/09 | TEC. RESPONSABLE: BORJA LÓPEZ | TIPO MAQ.: COMACCHIO MC-300

EXP. Nº 2167/09 | SITUACIÓN: ESTACIÓN DE PETRA | TERMINO MUNICIPAL: PETRA



M.I.: Muestra inalterada
M.P.: Muestra parafinada
M.R.: Muestra representativa
R.: Rechazo (ensayo de penetración)

Toma muestras
S.P.B.
S.P.T.
D.P.S.H.

Nota: Las líneas horizontales marcan el principio o final de una maniobra o ensayo.
R.C.S: Resistencia a la compresión simple
LL: Límite líquido LP: Límite plástico IP: Índice plasticidad









GEOMA GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.	GEOLOGIA DE MALLORCA S.L. Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08	TITULO DEL ESTUDIO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR EXP. 2167/09		TITULO DE LA FIGURA: CAJAS DE TESTIGOS DEL SONDEO 1 ESTACIÓN DE PETRA	FECHA: NOVIEMBRE 2009 FIGURA 18 DE 29

GEOMA
GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.

TITULO DEL ESTUDIO: ESTUDIO GEOTÉCNICO
PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR
EXP. 2167/09

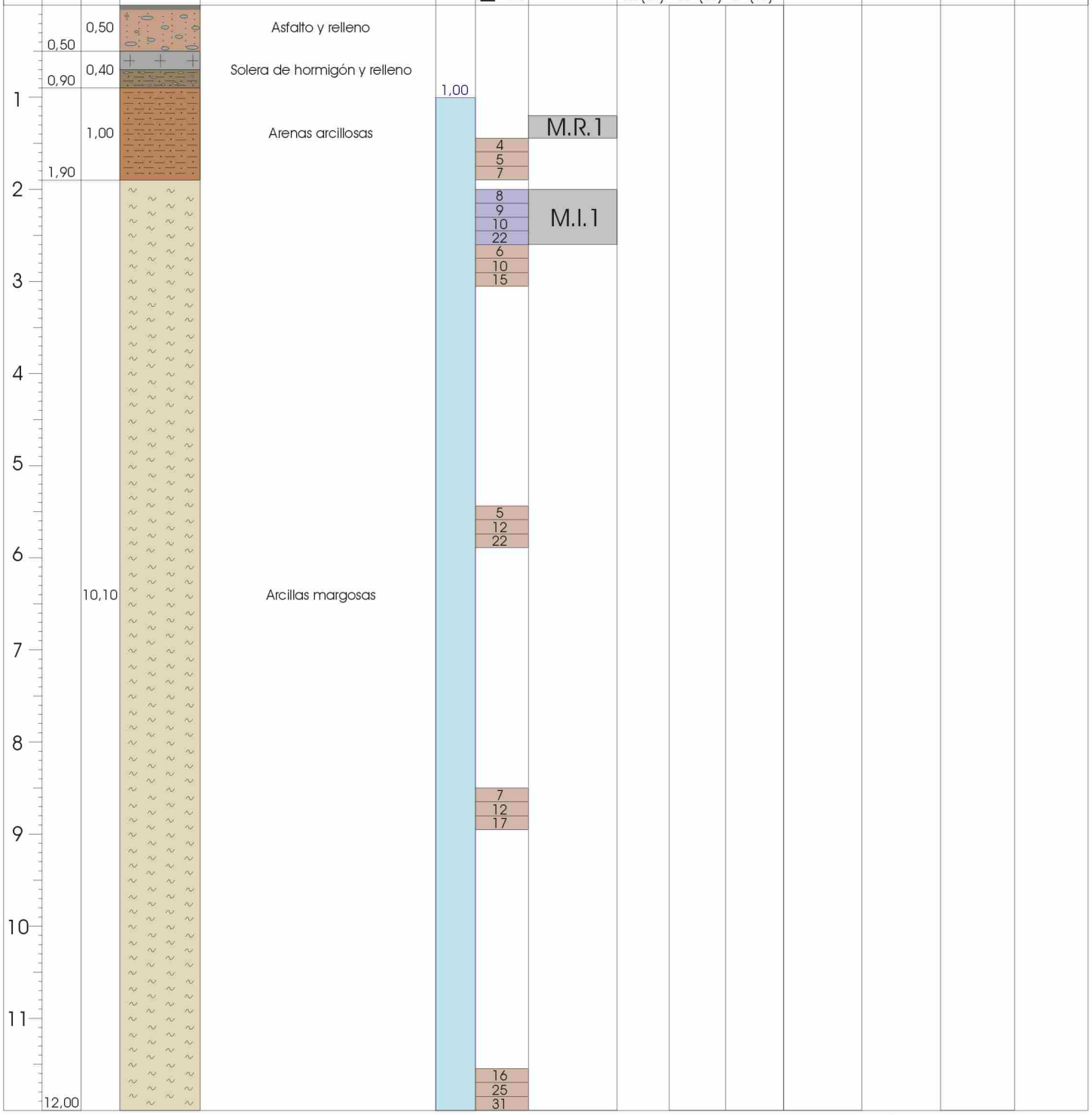
FIGURA 19 DE 29

GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, solar 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria
Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08

TITULO DE LA FIGURA: COLUMNA SONDEO

SONDEO: 2 | FECHA: 18/11/09 | TEC. RESPONSABLE: BORJA LÓPEZ | TIPO MAQ.: COMACCHIO MC-300

EXP. Nº 2167/09 | SITUACIÓN: ESTACIÓN DE PETRA | TERMINO MUNICIPAL: PETRA



M.I.: Muestra inalterada
M.P.: Muestra parafinada
M.R.: Muestra representativa
R.: Rechazo (ensayo de penetración)

Toma muestras
S.P.B.
S.P.T.
D.P.S.H.

Nota: Las líneas horizontales marcan el principio o final de una maniobra o ensayo.
R.C.S: Resistencia a la compresión simple
LL: Límite líquido LP: Límite plástico IP: Índice plasticidad



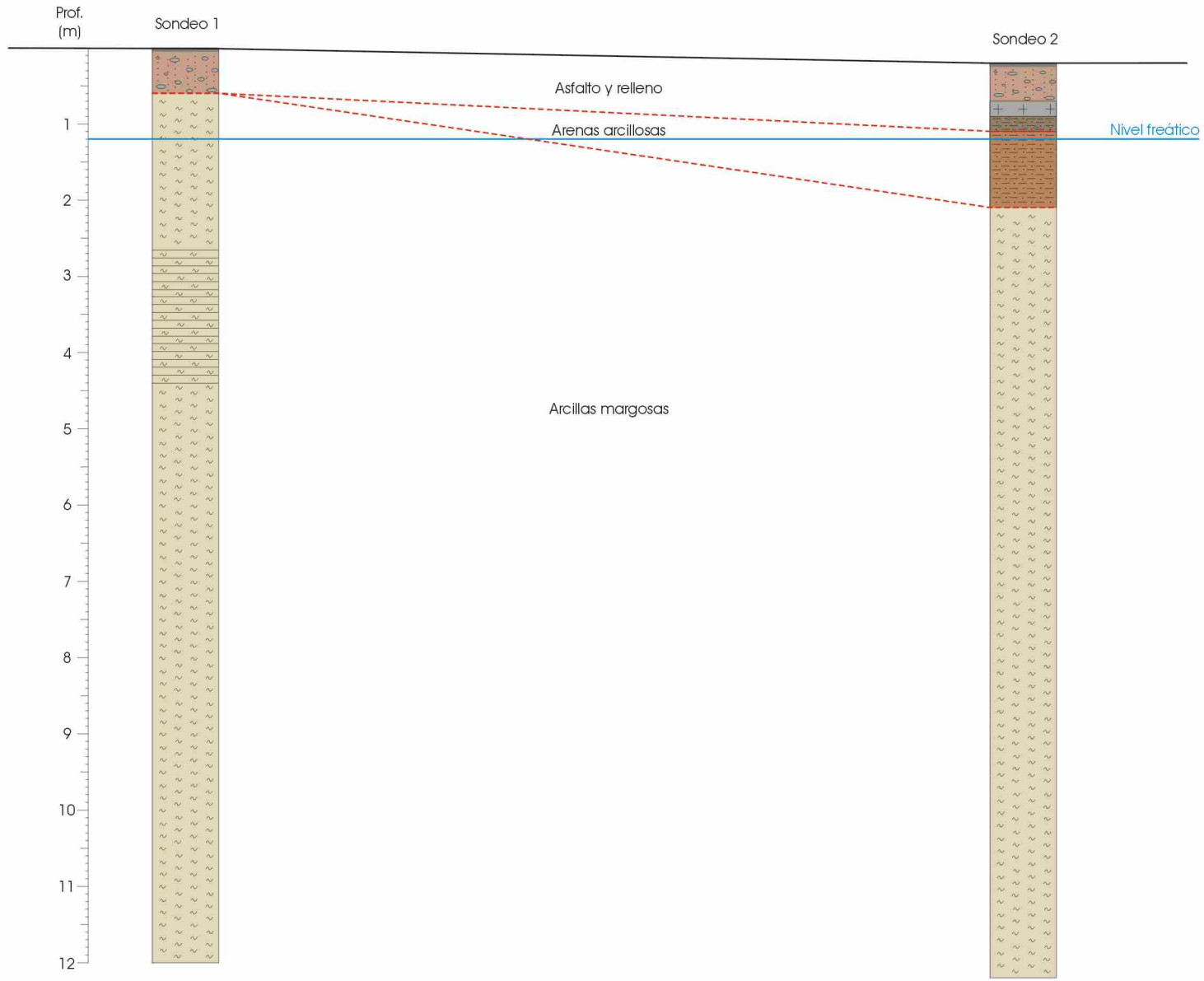
GEOMA
GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.

GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria
Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08

TITULO DEL ESTUDIO:
ESTUDIO GEOTÉCNICO
PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR
EXP. 2167/09

TITULO DE LA FIGURA:
CAJAS DE TESTIGOS DEL SONDEO 2 ESTACIÓN DE PETRA

FECHA:
NOVIEMBRE 2009



Nota: Las distancias entre puntos de investigación no están a escala

GEOMA
Geologia de Mallorca s.l.

GEOLOGIA DE MALLORCA S.L.
Vial 3, nave 2B. Pol. Son Llaüt. Sta. Maria
Tlf: 971 62 09 09. Fax: 971 62 09 08

TITULO DEL ESTUDIO:
ESTUDIO GEOTÉCNICO
PASOS PEATONALES LLUBÍ, SINEU, PETRA Y MANACOR
EXP. 2167/09

TITULO DE LA FIGURA:
CORTE GEOLÓGICO PETRA

FECHA:
NOVIEMBRE 2009

ANEXO II: INFORME DE CALICATA

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

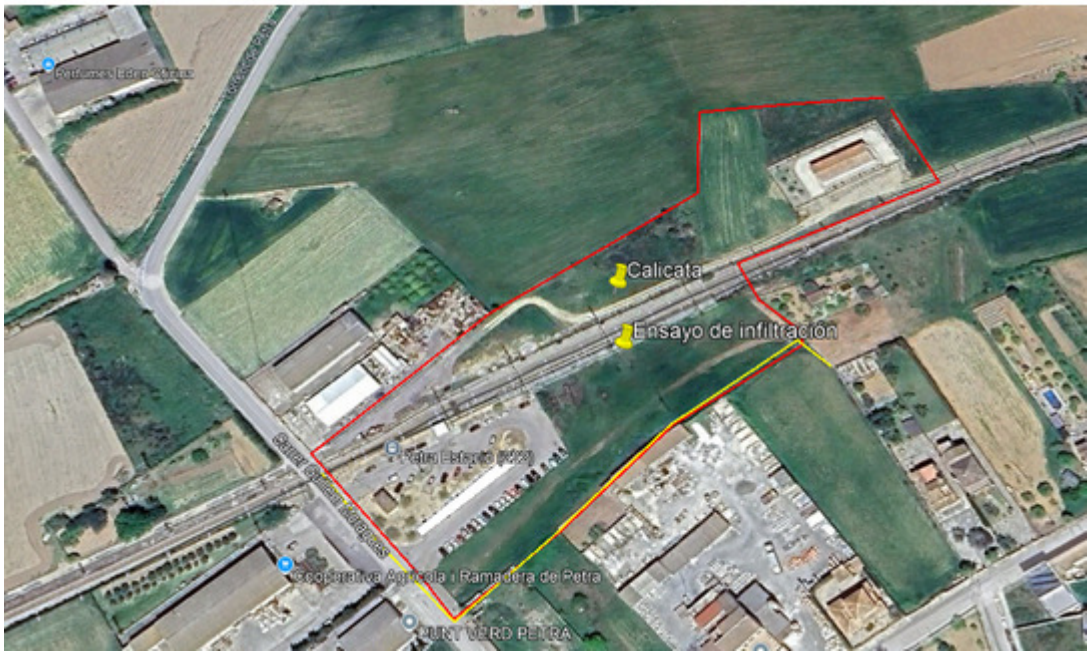
Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202?VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

CÓDIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	Nº ENSAYO:	131123-24
CLIENTE:	DECODE INGENIERIA		
TIPO DE INFORME:	**INFORME DESCRIPCION**		
LOCALIZACION:	ESTACION PETRA		

DESCRIPCIÓN TRABAJO:		Redacción de **informe recopilatorio**
CÓDIGO:		

En fecha 15/11/2024 técnicos de IGETEC SLU se presentan en el solar adjunto a ESTACION PETRA, según imagen a continuación.



En fechas anteriores técnicos de DECODE INGENIERIA, localizan dos calicatas a realizar en dicho solar.

En el punto señalado como CALICATA, se procederá a toma de muestra de material para ensayos de identificación según PG3.

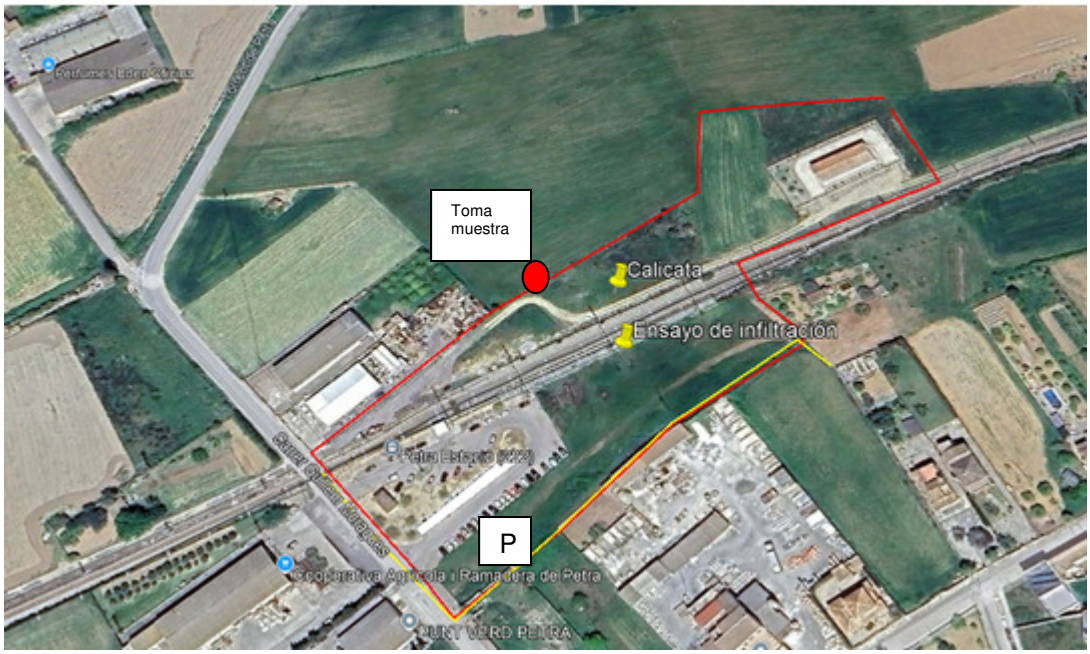
En el momento de la toma de muestra, el punto marcado se encuentra inaccesible (presencia de maquinaria) por lo que se localiza un nuevo punto de toma de muestra.

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201TGTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico - Ref.0201BGTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.



Al realizar la cata se aprecia existencia de nivel freático a 130 cm.



En la cata se advierte terreno vegetal en espesor de 50 cm.

Se toma muestra del material por debajo de esa cota para realizar ensayos de identificación.

Se adjuntan resultados de ensayos

24/10060-06-131109 ANALISIS GRANULOMETRICO

24/10060-06-131110 LIMITES ATTERBERG

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico - Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

24/10060-06-131111 CONTENIDO EN MATERIA ORGANICA
24/10060-06-131112 CONTENIDO EN SALES SOLUBLES
24/10060-06-131113 PROCTOR NORMAL
24/10060-06-131114 CONTENIDO EN YESOS
24/10060-06-131115 ENSAYO DE COLAPSO
24/10060-06-131116 HINCHAMIENTO LIBRE

A partir de los resultados anteriores, el material puede calificarse como SUELO TOLERABLE según criterios de PG3 capítulo 330.TERRAPLENES.

Al realizar ensayo de permeabilidad in situ, encontramos el mismo problema con la accesibilidad al punto sugerido en principio para realizar el ensayo.
Se localiza un nuevo punto de ensayo identificado como P
Para realizar el ensayo de permeabilidad in situ, se siguen las recomendaciones de GUIA BASICA PARA EL DISEÑO DE SUDS EN LA CIUDAD DE VALENCIA, editada por el Ajuntament de València en Junio 2021.
Según dicha guía, se realizará una calicata de dimensiones conocidas, la cual se llenará de agua y se realizarán mediciones del descenso de nivel del agua en la misma.



Zona donde se realizó la cata. Se aprecia elevada humedad del terreno.
Humedad del terreno por secado en estufa: 25.9 %

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico - Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

CATA REALIZADA:

ANCHO 60 cm

LARGO 120 cm

PROFUNDIDAD 140 cm





Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201TGTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.0201BGTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Proceso de llenado



INICIO ENSAYO : 10:29 15/11/2024
SUPERFICIE CATA: 60*120 cm2
ALTURA INICIAL AGUA: 80 cm

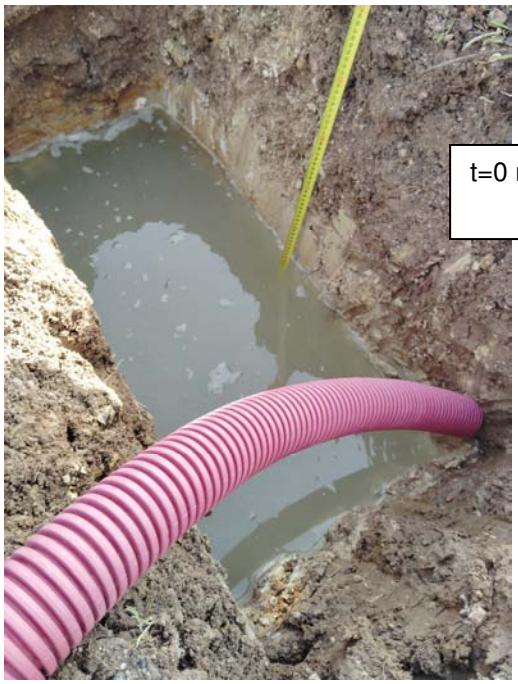
TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	NIVEL AGUA EN CATA (cm)
0	80
30	80
90	80
195	72

Transcurridos 195 minutos y tras consultar con el técnico de DECODE, se da por concluido el ensayo al tener que cubrir la cata realizada.

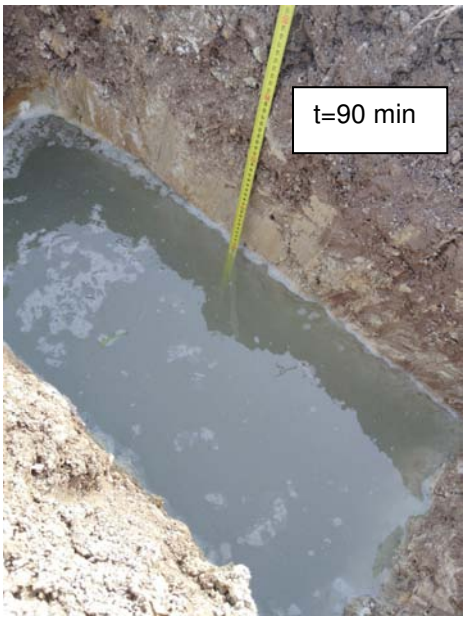
Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

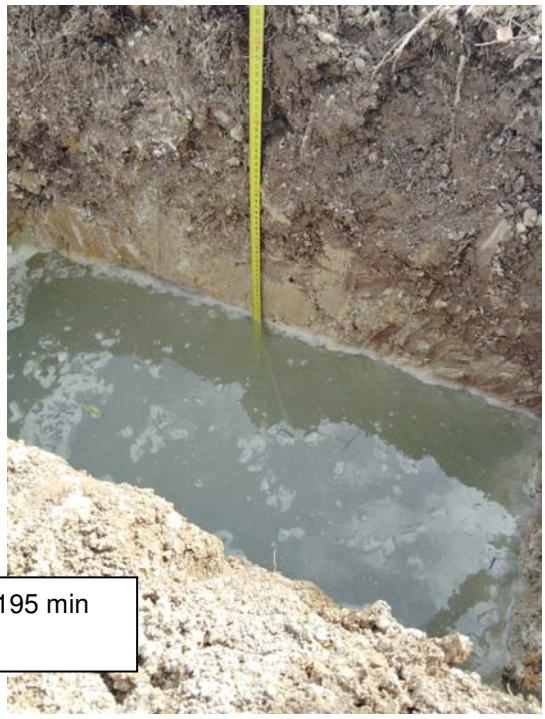
C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001









ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico - Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Inca, 29 de noviembre de 2024

Cristina Maestre Vicens
Departamento Técnico
IGETEC SLU

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131109
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**SUELO**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

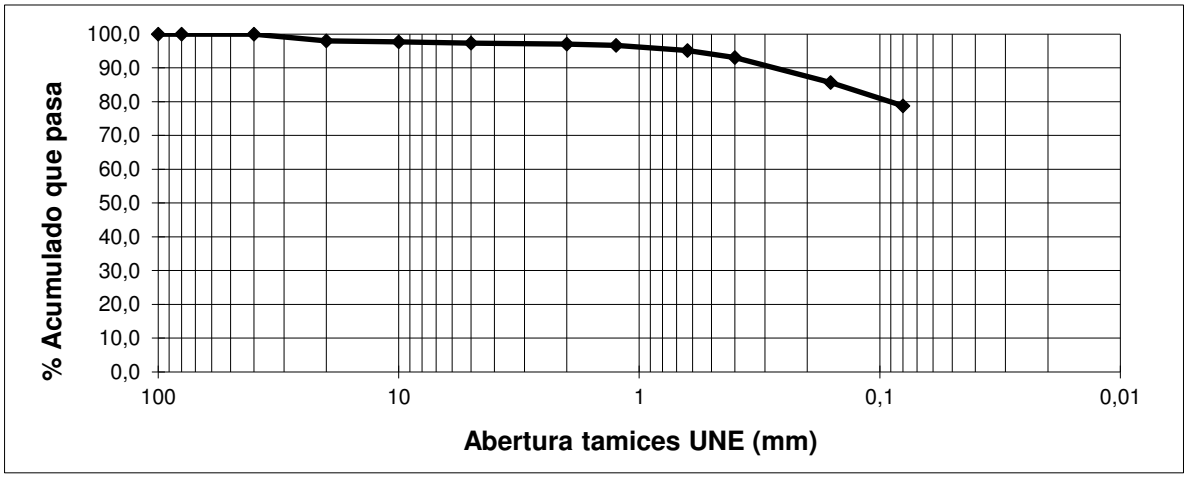
DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Determinación porcentual del peso de una muestra de **suelo** que pasa por tamices de **granulometría** decreciente, según UNE 103.101:95.
CÓDIGO: **STI-02** R.1/Sep'05	

FECHA RECEPCIÓN: 15-nov-24
FECHA INICIO ENSAYO: 20-nov-24
FECHA FINAL ENSAYO: 21-nov-24

MUESTRA: ☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
ALBARÁN: 91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL TOMADO EN CALICATA 1**

Análisis granulométrico:



Tamices UNE (mm)	100	80	40	20	10	5	2	1,25	0,63	0,4	0,16	0,08
% Acumulado que pasa	100,0	100,0	100,0	98,0	97,7	97,4	97,0	96,6	95,2	93,1	85,7	78,8

Observaciones:	-

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

ACREDITACIONES: **EHA**: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA/02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201 7GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.0201 8GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131110
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**SUELO**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:		Determinación de los **límites de Atterberg** en una muestra de **suelo**, según UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93.
CÓDIGO:	**STI-03** R.0/Ago'02	

FECHA RECEPCIÓN:	15-nov-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE.
FECHA INICIO ENSAYO:	21-nov-24		☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA FINAL ENSAYO:	22-nov-24	ALBARÁN:	91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Límites de Atterberg:

LÍMITE LÍQUIDO	**27,4**
LÍMITE PLÁSTICO	**13,9**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	**13,5**

Inca , 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201TGTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.0201BGTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131111
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**SUELO**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:		Determinación del contenido en **materia orgánica** oxidable de un **suelo** por el método del permanganato potásico, según UNE 103-204:93.
CÓDIGO:	**STI-04** R.1/Feb'13	

FECHA RECEPCIÓN:	15-nov-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA INICIO ENSAYO:	20-nov-24		
FECHA FINAL ENSAYO:	20-nov-24	ALBARÁN:	91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Contenido en materia orgánica:

% M.O.$_1$	0,35
% M.O.$_2$	0,31

% M.O.$_{MUESTRA}$	0,33

Según indica UNE 103204:2019 si la muestra presenta partículas gruesas sin material orgánica puede corregirse el resultado refiriéndose a la muestra total multiplicando por el % de material menor de 5 mm y dividiendo por 100

% M.O.$_{MUESTRA\ CORREG}$	0,32

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131112
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**SUELO**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Contenido en **sales solubles** de una muestra de **suelo**, según NLT-114:99.
CÓDIGO: **STI-24** R.1/Ago'08	

FECHA RECEPCIÓN:	15-nov-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE.
FECHA INICIO ENSAYO:	20-nov-24		☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA FINAL ENSAYO:	27-nov-24	ALBARÁN:	91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Determinación de sales solubles:

Método basado en la determinación del contenido en sales solubles de los suelos mediante el tratamiento con agua destilada y la correspondiente disolución. El contenido en sales se determina pesando el residuo, obtenido por evaporación, de una cantidad proporcional del extracto acuoso.

% Sales solubles 1	0,34
% Sales solubles 2	0,33
% Sales solubles en suelo	0,34

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131113
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**SUELO**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Determinación en **suelos** de la relación entre la densidad seca y la humedad. **Proctor normal** según NLT-107:91 ó UNE 103500:94. **Proctor modificado** según NLT-108:91 ó UNE 103501:94.
CÓDIGO: **STI-05/STI-06** R.0/Ago'03	

FECHA RECEPCIÓN:	15-nov-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA INICIO ENSAYO:	26-nov-24		
FECHA FINAL ENSAYO:	26-nov-24	ALBARÁN:	91.699

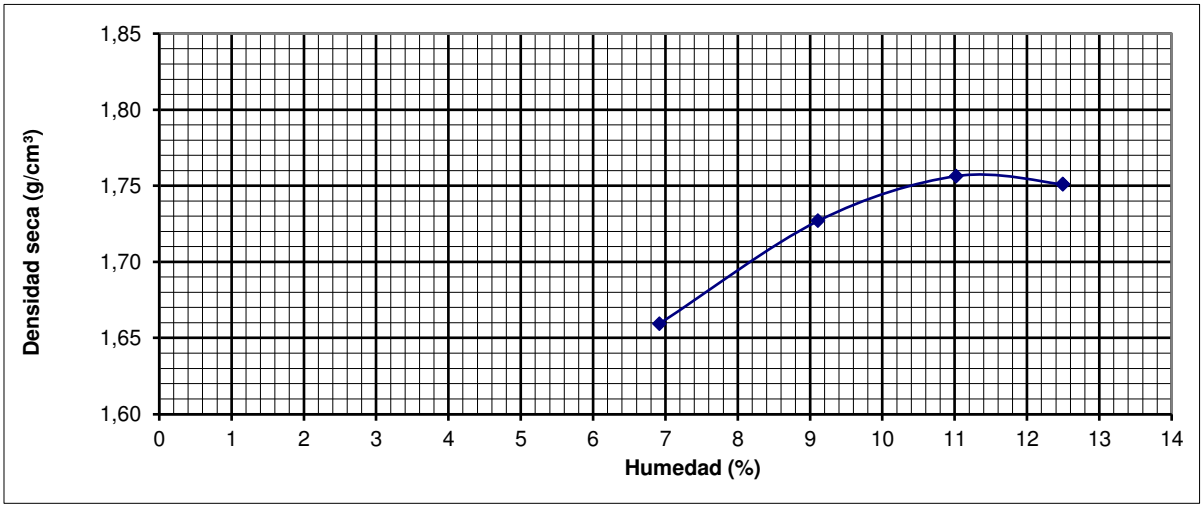
DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Proctor:

TIPO PROCTOR: ☑ NORMAL. ☐ MODIFICADO.

MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ 20 mm (%):	0
PESO ESPECÍFICO MATERIAL GRUESO (g/cm³):	-

DENSIDAD (g/cm³)	1,66	1,73	1,76	1,75	-
HUMEDAD (%)	6,9	9,1	11,0	12,5	-



DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³)	1,76	**DENSIDAD MÁXIMA CORREGIDA (g/cm³)**	-
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	11,2	**HUMEDAD ÓPTIMA CORREGIDA (%)**	-

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC.

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201TGTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.0201BGTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CODIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131114
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**MATERIAL DEMOLICION**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Contenido de **yeso** de una muestra de **suelo**, según NLT-115:99.
CÓDIGO: **STI-25** R.0/Abr'04	

FECHA RECEPCIÓN:	15-nov-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA INICIO ENSAYO:	26-nov-24		
FECHA FINAL ENSAYO:	28-nov-24	ALBARÁN:	91699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Determinación de yeso:

$CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$ (%)	0,50

OBSERVACIONES	Ensayo realizado con trituración de muestra

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201 7GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.0/Mar'01

CÓDIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131115
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**MATERIAL**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Ensayo de **colapso** en una muestra de **suelo**, según NLT-254:99.
CÓDIGO: **STI-26** R.0/Abr'04	

FECHA RECEPCIÓN:	15/11/2024
FECHA INICIO ENSAYO:	26/11/2024
FECHA FINAL ENSAYO:	28/11/2024

MUESTRA: ☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.

ALBARÁN: 91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL CALICATA 1**

Colapso:

Se define como colapso la disminución de altura que experimenta una probeta de suelo en unas determinadas condiciones de estado (densidad y humedad), confinada lateralmente y sometida a una presión vertical constante, al ser inundada.

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,76
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	11,2

PRESIÓN MÁXIMA APLICADA (Kp/cm²): 2,0

$w_{inicial}$ (%)	12,3
w_{final} (%)	18,0
ρ_{ap} (g/cm³)	1,84
ρ_s (g/cm³)	1,93
ρ_d (g/cm³)	1,64

Índice de colapso (%)	0,51
Potencial porcentual de colapso (%)	0,50

Observaciones:	Probeta remoldeada según valores de humedad y densidad determinados en ensayo Proctor Normal.

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.02017GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.02018GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC.

Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

CÓDIGO CLIENTE-OBRA:	24/10060-06	NUM. ENSAYO:	131116
CLIENTE:	DCOD INGENIERIA, S.L.		
MATERIAL A ENSAYAR:	**MATERIAL DEMOLICION**		
PROCEDENCIA:	PETRA. CALICATAS ESTACION		

DCOD INGENIERIA, S.L.
C/ GREMI FUSTERS, 33
07009 PALMA

DESCRIPCIÓN ENSAYO:	Determinación del **hinchamiento libre** de una muestra de **suelo** en edómetro, según UNE 103.601:96.
CÓDIGO: **STI-27** R.0/Abr'04	

FECHA RECEPCIÓN:	22-ago-24	MUESTRA:	☐ ENTREGADA POR CLIENTE. ☑ RECOGIDA POR LABORATORIO.
FECHA INICIO ENSAYO:	27-ago-24		
FECHA FINAL ENSAYO:	29-ago-24	ALBARÁN:	91.699

DESCRIPCIÓN MUESTRA: **MATERIAL TOMADO EN OBRA**

Hinchamiento libre:

Método para la determinación del hinchamiento libre de un suelo en un edómetro. Se denomina hinchamiento libre al incremento de altura, expresado en tanto por ciento del valor inicial, que experimenta una probeta de suelo confinada lateralmente cuando se somete a una presión vertical de 10 KPa y se inunda de agua.

$w_{inicial}$ (%)	12,3
w_{final} (%)	20,7
ρ_{ap} (g/cm³)	1,83
ρ_s (g/cm³)	1,97
ρ_d (g/cm³)	1,63

HINCHAMIENTO LIBRE (%)	0,2

Inca, 29 de noviembre de 2024.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.0201SEHA02// **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotécnia-Ref.0201 7GTL04// **GTC**: Area de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico -Ref.0201 8GTC04// **VSF**-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.0202 7VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª - NIF: B-07 830623.

Los resultados especificados en este documento corresponden exclusivamente al material ensayado.
Este informe no debe reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito de IGETEC

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 CLIMATOLOGÍA 2

3 HIDROLOGÍA 3

4 SISTEMA DE DRENAJE 14

4.1 Descripción de la red 14

4.2 Cálculo hidráulico 15

4.3 Balsa de infiltración 16

5 PAVIMENTO DRENANTE 19

6 PAVIMENTO DRENANTE REFORZADO 21

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la determinación del caudal de avenida que llega al aparcamiento propuesto en el “Proyecto de reforma de la estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo”. Con este propósito, se busca identificar las cuencas que generan escorrentía superficial hacia el aparcamiento. El objetivo final es identificar las cuencas presentes en la zona de estudio, cuantificar su área y determinar la precipitación correspondiente a dichas cuencas.

2 CLIMATOLOGÍA

En Petra, los veranos se caracterizan por ser breves, cálidos, húmedos y mayormente despejados, mientras que los inviernos son prolongados, fríos, ventosos y parcialmente nublados. A lo largo del año, las temperaturas suelen oscilar entre los 4 °C y los 31 °C, con pocas variaciones por debajo de los 0 °C o por encima de los 34 °C.

La temporada cálida en Petra tiene una duración de 2,9 meses, comprendida entre el 17 de junio y el 12 de septiembre, durante la cual la temperatura máxima promedio diaria supera los 27 °C. El mes más cálido del año es agosto, con una temperatura máxima promedio de 30 °C y una mínima de 19 °C.

Por otro lado, la temporada fresca se extiende por 4,2 meses, del 19 de noviembre al 27 de marzo, con una temperatura máxima promedio diario inferior a 17 °C. El mes más frío es enero, registrando una temperatura mínima promedio de 4 °C y una máxima de 14 °C.

La temporada más húmeda en Petra se extiende por 8,3 meses, desde el 4 de septiembre hasta el 15 de mayo, con una probabilidad superior al 15 % de que un día determinado presente precipitaciones. Los meses con mayor cantidad de días húmedos es octubre y noviembre, con un promedio de 7,2 días en los que se registra al menos 1 milímetro de precipitación.

En contraste, la temporada más seca tiene una duración de 3,7 meses, del 15 de mayo al 4 de septiembre. El mes con menor cantidad de días húmedos es julio, con un promedio de 1,5 días en los que se registra al menos 1 milímetro de precipitación.

Dentro de los días con precipitaciones, se distingue entre aquellos que presentan únicamente lluvia, únicamente nieve o una combinación de ambas. El mes con mayor cantidad de días de solo lluvia es noviembre, con un promedio de 7,2 días. Basándose en esta categorización, el tipo de precipitación más común durante el año es la lluvia, con una probabilidad máxima del 26 % el 6 de octubre.

3 HIDROLOGÍA

En el ámbito del proyecto no existen aportaciones hídricas externas ni cauces que incidan directamente sobre la zona de actuación. El torrente más cercano, se sitúa fuera del área afectada y no condiciona el diseño del drenaje interno previsto para el aparcamiento.

ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

Los datos meteorológicos utilizados en este estudio han sido extraídos del "*Estudio de caracterización del régimen extremo de precipitaciones en la isla de Mallorca*", elaborado por la Consejería de Medio Ambiente del Govern Balear. Dichos datos cuentan con una serie histórica de al menos 10 años consecutivos.

La estación de tren se encuentra en un entorno de fincas rurales, lo que favorece que la mayoría de la escorrentía se infiltre en el terreno. Por tanto, la cuenca de estudio se ha limitado al área del propio aparcamiento.

Dado el tamaño del aparcamiento, no se ha considerado necesario dividir el área en subcuencas.

Tras un estudio de las estaciones meteorológicas próximas, se ha determinado que la estación más representativa del ámbito de estudio es la estación B628 Petra Cabanells Nous.

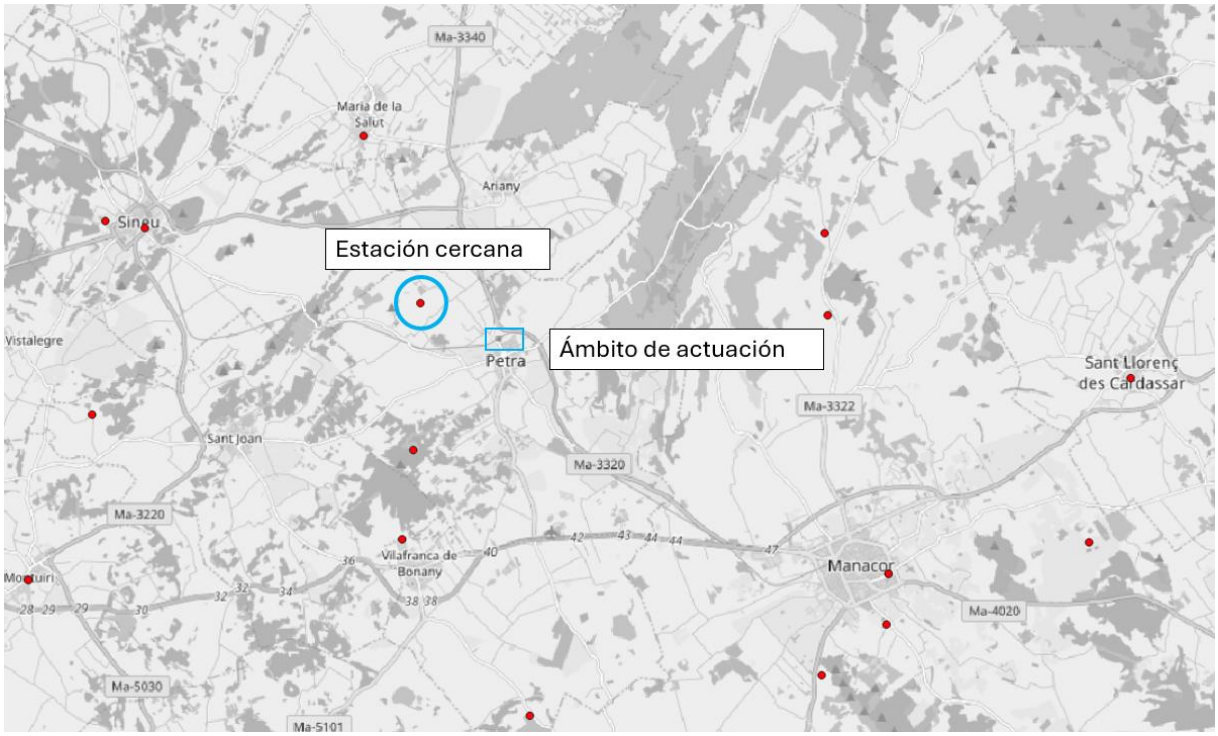


Ilustración 1. Estación meteorológica cercana

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

Estación	Nombre	X (HUSO 31)	Y (HUSO 31)	Cota
B628	Petra Cabanells Nous	520300	4393400	97

Los datos obtenidos de la estación son los siguientes:

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1963	8,0	10,6	12,0	14,0	0,0	3,0	3,0	16,0	92,0	24,5	12,0	28,0	92,0	(Sep)
1964	19,4	17,0	19,2	4,5	17,0	9,0	6,5	0,0	0,0	35,5	24,0	51,0	51,0	(Dic)
1965	34,0	6,4	4,6	9,3	13,2	0,0	0,0	11,4	25,0	45,6	6,7	10,8	45,6	(Oct)
1966	9,4	6,2	17,6	27,0	37,3	0,0	0,0	0,0	14,3	21,5	36,4	8,6	37,3	(May)
1967	13,7	32,8	17,8	47,5	4,6	9,6	0,0	46,5	4,9	9,0	41,2	23,5	47,5	(Abr)
1968	10,6	15,2	19,2	24,3	17,6	11,0	0,0	10,5	9,4	5,2	29,6	20,0	29,6	(Nov)
1969	23,0	13,7	20,2	54,5	10,5	10,3	0,0	18,6	16,3	33,2	39,6	15,2	54,5	(Abr)
1970	11,8	3,5	64,5	12,8	5,6	2,6	4,2	7,5	0,0	29,2	3,6	50,6	64,5	(Mar)
1971	26,5	15,6	18,0	3,8	10,6	0,0	0,0	0,0	17,2	58,1	49,2	39,8	58,1	(Oct)
1972	56,5	30,6	6,2	31,3	24,2	12,5	0,0	26,2	86,7	15,5	80,2	72,5	86,7	(Sep)
1973	29,7	32,5	23,5	11,2	9,2	32,5	25,1	8,3	58,8	103,0	0,0	37,2	103,0	(Oct)
1974	2,4	105,2	107,3	40,5	0,0	0,0	7,0	1,4	13,6	35,5	36,4	0,0	107,3	(Mar)
1975	7,2	18,5	28,5	27,4	14,5	17,6	0,0	35,5	28,3	35,8	170,3	73,2	170,3	(Nov)
1976	25,4	41,5	32,3	23,5	21,2	15,5	12,6	33,6	41,5	52,0	5,4	17,4	52,0	(Oct)
1977	25,5	0,0	21,3	30,2	31,3	47,2	16,0	57,8	50,3	13,0	18,2	41,2	57,8	(Ago)
1978	26,5	11,5	11,4	52,5	22,4	5,2	0,0	2,4	13,4	60,2	22,6	13,4	60,2	(Oct)
1979	14,4	41,4	28,6	6,5	0,8	0,0	58,5	11,2	42,3	24,6	21,5	62,0	62,0	(Dic)
1980	54,6	16,2	7,4	35,4	7,6	14,2	21,4	1,8	8,2	8,2	22,6	60,4	60,4	(Dic)
1981	18,6	17,3	22,4	90,2	4,3	1,4	0,0	11,6	12,6	20,6	10,4	9,5	90,2	(Abr)
1982	14,4	21,6	50,0	13,5	10,5	9,8	9,5	38,5	102,4	51,4	31,2	24,3	102,4	(Sep)
1983	0,0	6,2	15,0	0,0	4,2	3,6	0,0	30,4	32,6	8,4	16,6	14,5	32,6	(Sep)
1984	23,4	13,4	14,6	15,5	27,4	15,2	0,0	38,3	27,2	17,2	49,3	16,6	49,3	(Nov)
1985	21,4	4,4	37,4	17,5	24,3	3,5	0,0	15,3	14,2	52,5	36,5	16,5	52,5	(Dic)
1986	13,2	17,3	30,5	28,2	0,0	0,0	53,3	4,2	75,5	28,6	32,5	17,4	75,5	(Sep)
1987	23,6	25,2	14,2	1,5	20,2	4,2	45,2	0,0	21,5	47,2	57,2	63,4	63,4	(Dic)
1988	24,8	9,4	18,8	17,4	24,6	30,2	7,5	0,0	36,3	20,5	64,4	3,2	64,4	(Nov)
1989	18,2	7,8	11,5	18,2	33,4	29,2	2,2	33,6	85,5	7,5	28,5	35,4	85,5	(Sep)
1990	34,3	5,2	18,5	26,6	24,4	0,0	0,0	10,2	49,5	151,5	50,4	18,4	151,5	(Oct)
1991	80,4	36,6	9,5	9,6	25,2	0,0	0,0	25,4	20,2	23,5	25,0	13,4	80,4	(Ene)
1992	8,4	14,3	12,5	25,0	38,4	34,6	10,2	7,5	2,2	25,5	4,5	68,4	68,4	(Dic)
1993	1,4	25,5	7,2	16,2	23,5	5,5	0,0	0,0	21,4	34,2	24,0	14,4	34,2	(Oct)
1994	20,6	10,4	23,2	11,5	6,5	4,4	0,0	0,0	38,2	53,4	35,2	10,5	53,4	(Oct)
1995	12,0	12,3	17,2	3,4	16,4	9,6	20,4	17,4	32,4	200,1	76,5	22,0	200,1	(Oct)
1996	18,2	10,5	26,4	42,0	21,6	24,5	0,0	16,2	60,2	43,0	35,3	29,5	60,2	(Sep)
1997	21,4	19,3	0,0	23,3	16,4	15,5	8,9	4,0	33,5	39,6	15,0	29,5	39,6	(Oct)
1998	25,0	20,0	23,2	23,3	20,0	10,9	8,9	8,0	33,9	23,0	60,0	39,3	60,0	(Nov)
1999	13,0	19,3	23,2	23,3	16,4	10,9	8,9	15,3	20,0	8,0	35,3	21,0	35,3	(Nov)
2000	21,4	19,3	46,0	23,3	16,4	10,9	8,9	15,2	33,6	39,6	35,3	29,5	46,0	(Mar)
2021	0,0	0,4	21,0	3,2	50,6	19,0	5,4	3,8	41,2	6,0	44,8	1,6	50,6	(May)
2022	9,2	0,4	16,4	15,0	26,8	0,8	3,6	49,6	23,2	22,0	21,4	6,2	49,6	(Ago)
2023	12,0	118,0	0,2	10,0	26,6	24,6	2,4	29,4	13,6	38,6	7,6	1,2	118,0	(Feb)
2024	26,8	15,4	17,2	8,8	21,0	8,2	6,6	66,2	12,4				66,2	(Ago)
MAX	**80,40**	**118,00**	**107,30**	**90,20**	**50,60**	**47,20**	**58,50**	**66,20**	**102,40**	**200,10**	**170,30**	**73,20**	**200,10**	

En el documento anteriormente mencionado, ya se dispone de los ajustes estadísticos mediante funciones extremales. Se utilizará el ajuste Gumbel de la estación para varios periodos de retorno.

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

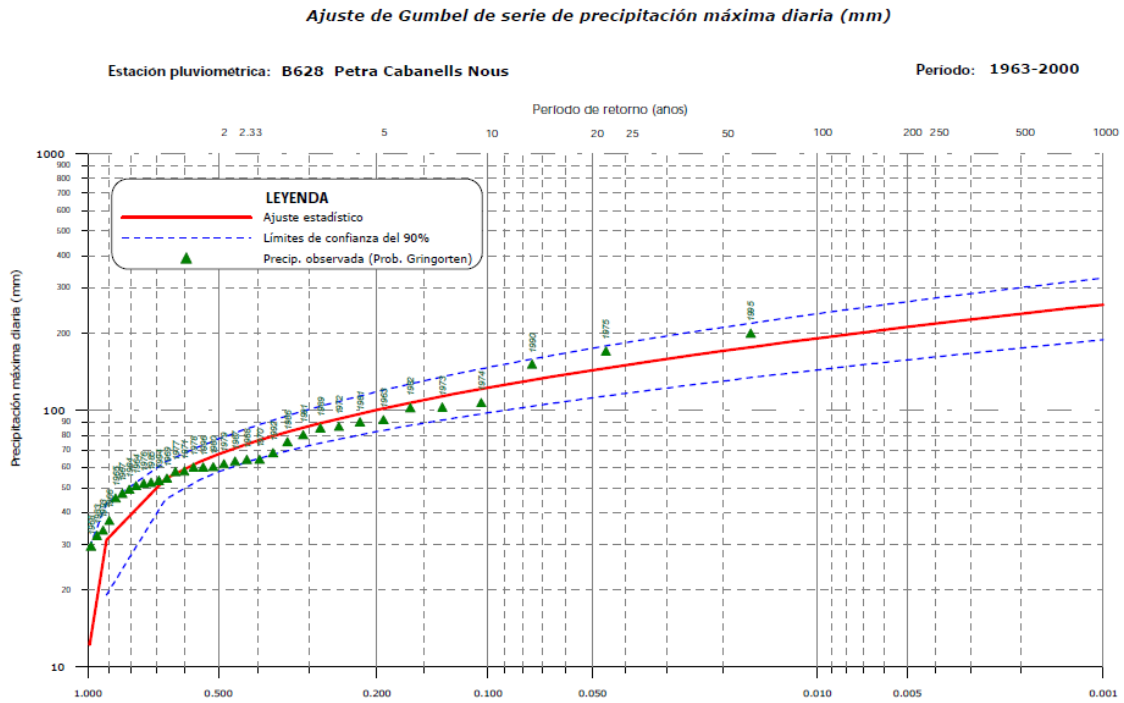


Ilustración 2. Ajuste Gumbel para la estación B628

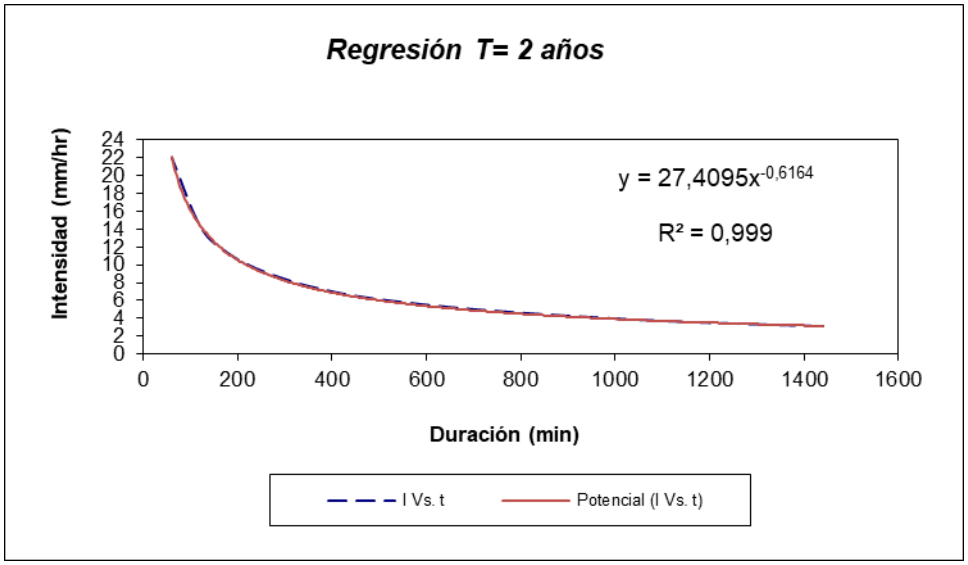
Dado que en la isla se producen episodios de lluvia torrencial, se procede al cálculo de las curvas IDF.

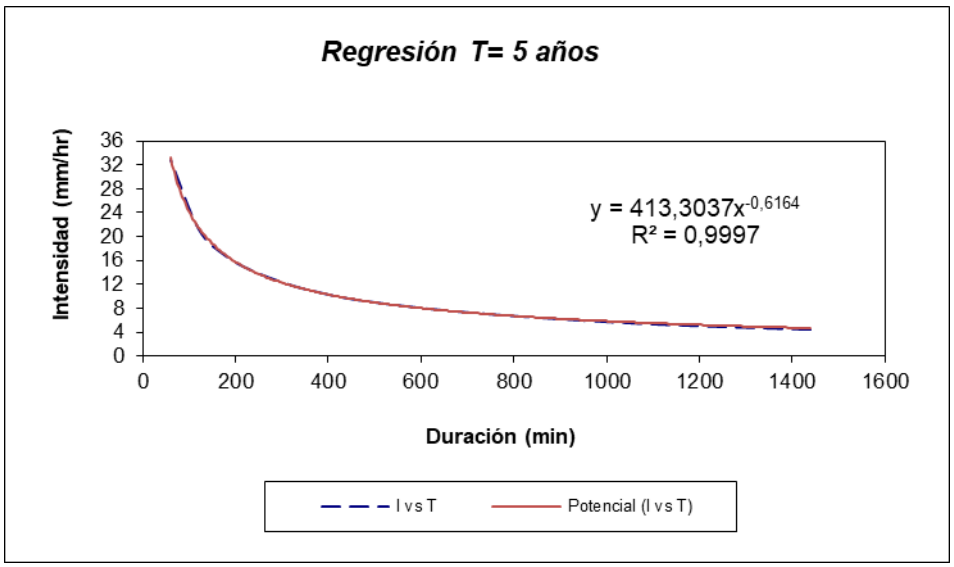
$$I = \frac{K \cdot T^{m}}{t^{n}}$$

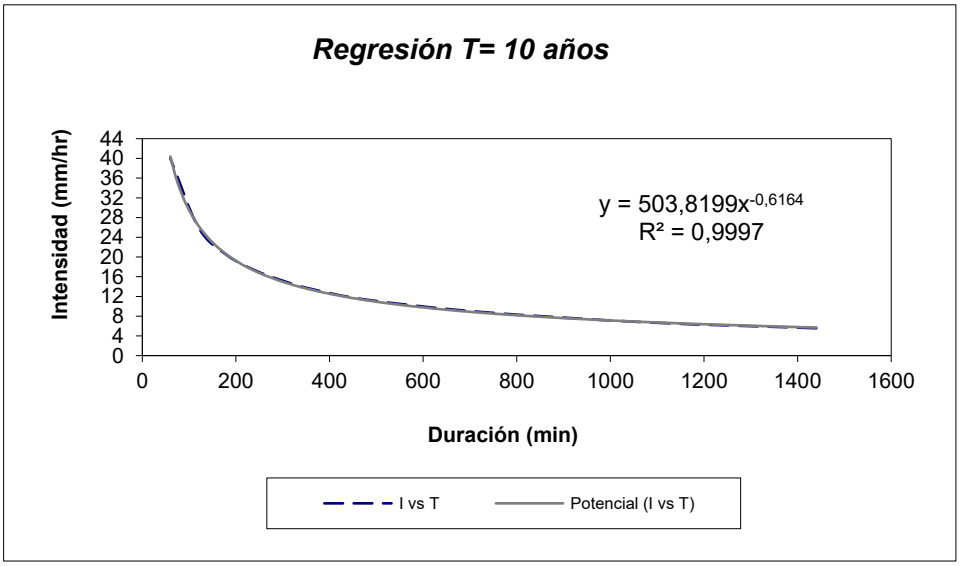
$$I = \frac{d}{t^{n}} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

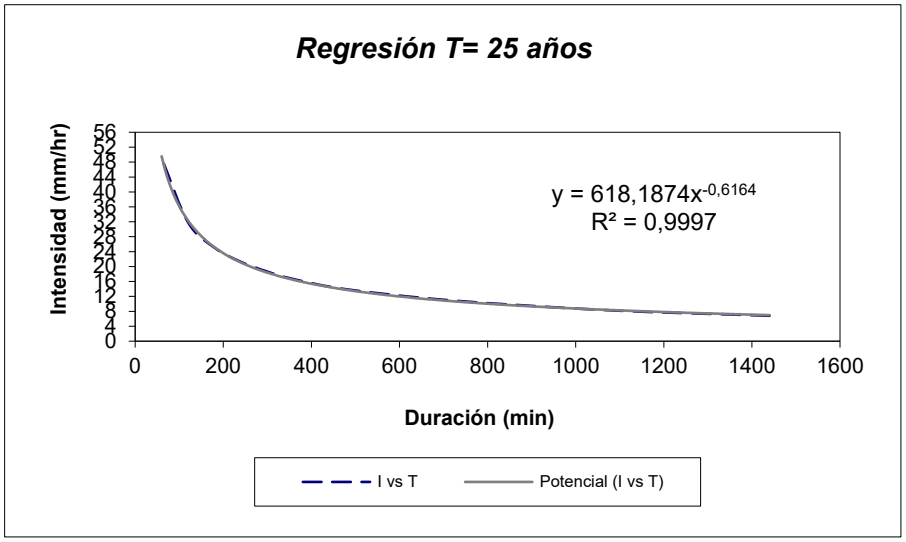
I =	Intensidad (mm/hr)
t =	Duración de la lluvia (min)
T =	Período de retorno (años)
K, m, n =	Parámetros de ajuste

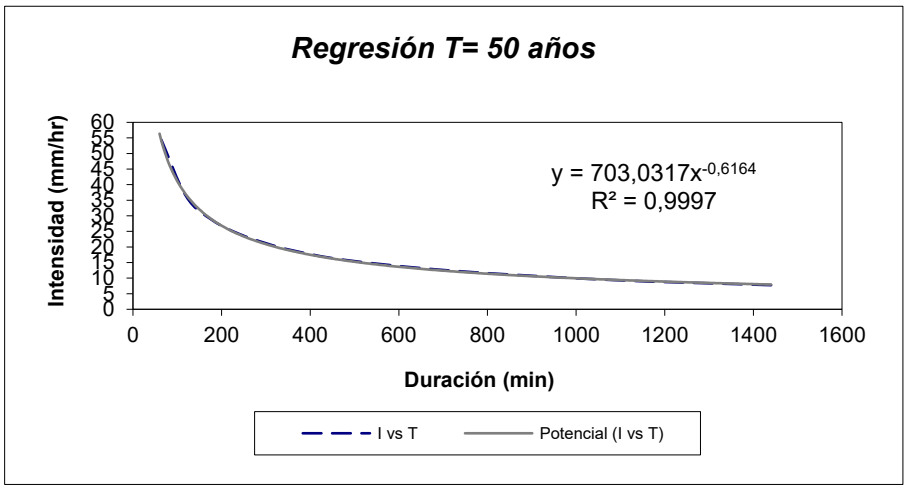
Se realizan curvas de regresión para diferentes periodos de retorno.

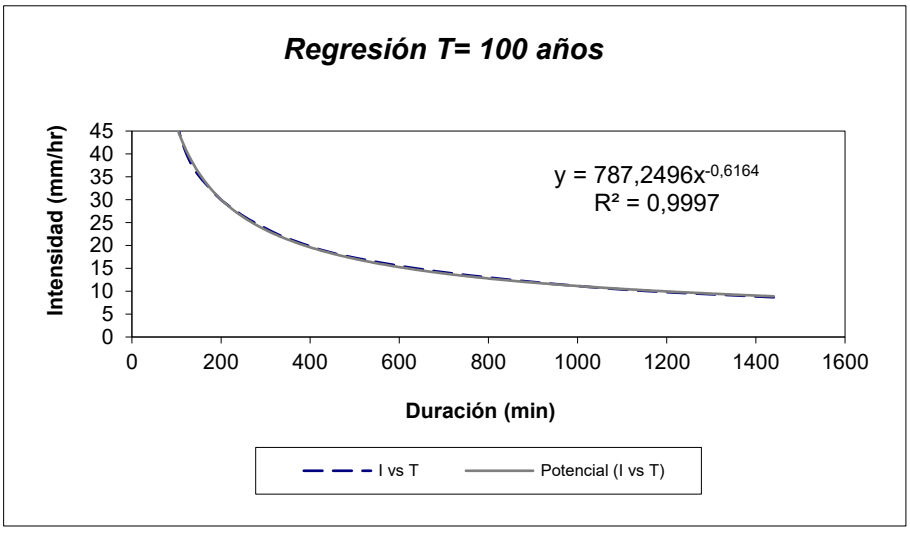

Regresión T= 2 años
Intensidad (mm/hr)
y = 27,4095x-0,6164
R² = 0,999
Duración (min)
I Vs. t
Potencial (I Vs. t)

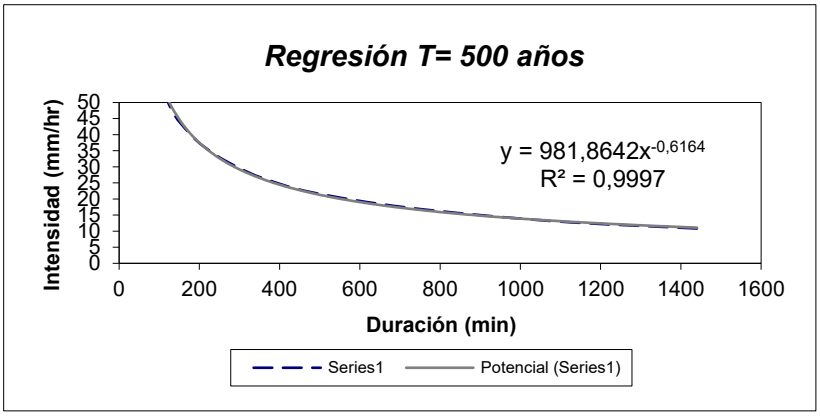

Regresión T= 5 años
Intensidad (mm/hr)
y = 413,3037x-0,6164
R² = 0,9997
Duración (min)
I vs T
Potencial (I vs T)


Regresión T= 10 años
Intensidad (mm/hr)
y = 503,8199x-0,6164
R² = 0,9997
Duración (min)
I vs T
Potencial (I vs T)


Regresión T= 25 años
Intensidad (mm/hr)
y = 618,1874x-0,6164
R² = 0,9997
Duración (min)
I vs T
Potencial (I vs T)


Regresión T= 50 años
Intensidad (mm/hr)
y = 703,0317x-0,6164
R² = 0,9997
Duración (min)
I vs T
Potencial (I vs T)


Regresión T= 100 años
Intensidad (mm/hr)
y = 787,2496x-0,6164
R² = 0,9997
Duración (min)
I vs T
Potencial (I vs T)



A partir de estar curvas se llega a la ecuación de la curva IDF de la zona:

$$I = \frac{279{,}3610 * T^{0{,}220856}}{t^{0{,}61639}}$$

Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	120,73	78,75	61,34	51,37	44,77	40,01	36,38	33,51	31,16	29,20	27,54	26,10
5	147,81	96,42	75,10	62,89	54,81	48,98	44,54	41,03	38,15	35,75	33,71	31,95
10	172,26	112,37	87,52	73,30	63,88	57,09	51,91	47,81	44,46	41,67	39,29	37,24
25	210,90	137,57	107,15	89,74	78,21	69,89	63,56	58,54	54,44	51,01	48,10	45,59
50	245,79	160,33	124,87	104,58	91,14	81,45	74,07	68,22	63,44	59,45	56,06	53,13
100	286,45	186,85	145,53	121,88	106,22	94,93	86,32	79,50	73,94	69,29	65,33	61,92
500	408,71	266,60	207,65	173,91	151,56	135,45	123,17	113,44	105,50	98,86	93,22	88,35

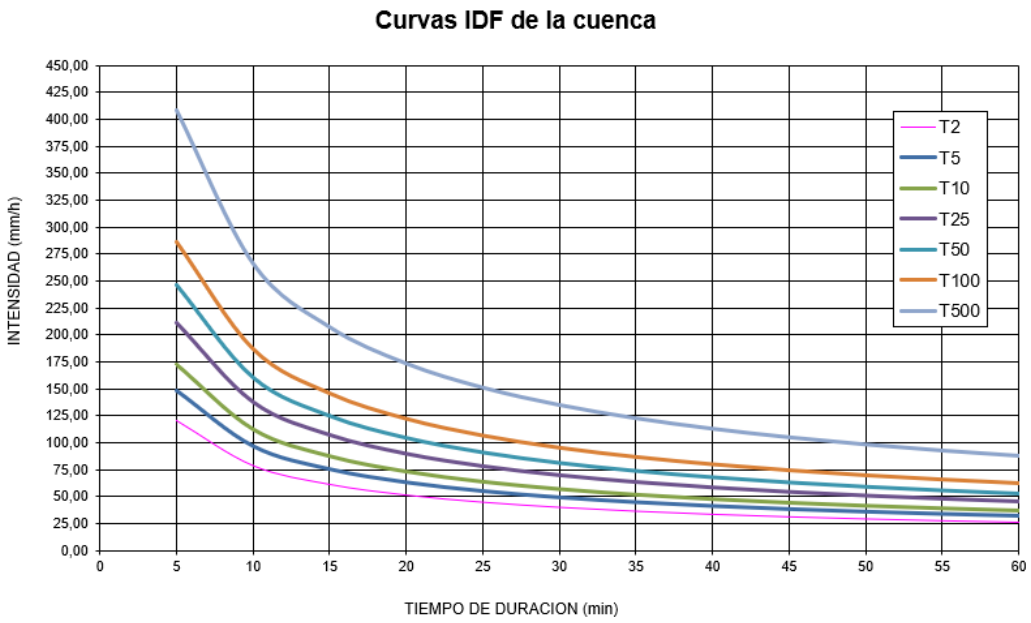


Ilustración 3. Curva IDF estación B628

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

MÉTODO RACIONAL

Dado que se trata de una cuenca de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados se ha utilizado el Método Racional siguiendo los criterios de la Instrucción 5.2 – IC Drenaje superficial. Para este tipo de infraestructura urbana de drenaje se suele emplear un periodo de retorno de 10 años.

El caudal de referencia en el punto en que se produce el desagüe se obtiene mediante la siguiente fórmula (método racional):

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \cdot K$$

donde:

Q : caudal (m3/seg).

C : coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.

I : intensidad media (mm/h) de lluvia correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

A : superficie de aportación (km2).

K: factor en el que interviene el valor del tiempo de concentración, mediante la siguiente fórmula:

$$K = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14}$$

La intensidad de precipitación se obtiene mediante la curva IDF anteriormente explicada.

Para determinar la intensidad de lluvia se seguirá la siguiente fórmula

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{int}$$

Siendo

- I(T,t) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración de aguacero t.
- I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida para el período de retorno T
- Fint (adimensional): Factor de intensidad

Para el cálculo de la intensidad media diaria se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

- I_d (mm/h): intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.

- Pd (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T.
- K_A (adimensional): factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Al ser una cuenca menor a un 1 km^2 este valor ser considera 1.

En cuanto al factor de intensidad se debe obtener el mayor valor obtenido.

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Siendo:

- F_a (adimensional): factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (It/Id).

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287\, t^{0,1}}$$

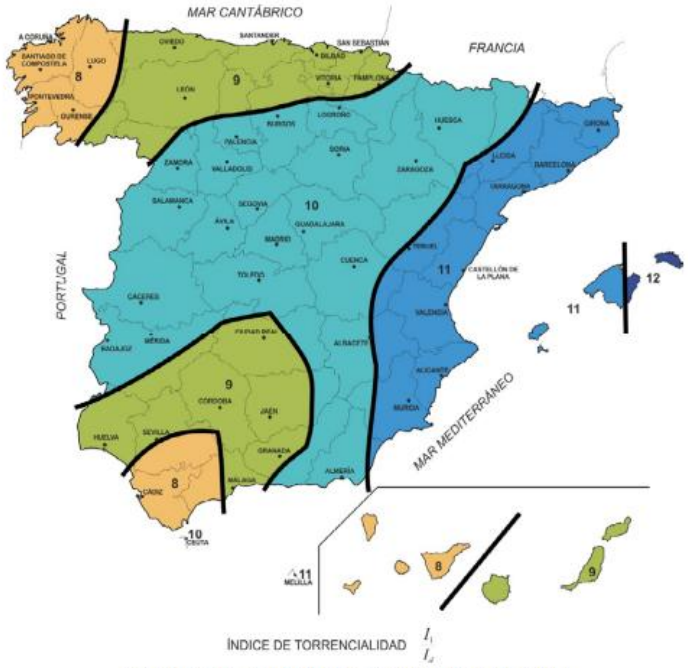


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_1/I_d)

Ilustración 4. It/Id

- F_b: factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. K_b es un factor que relaciona la intensidad máxima anual en un periodo de 24 horas y la intensidad máxima anual diaria, se puede tomar 1,13.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

El tiempo de concentración tc, es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtienen

calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe.

tiempos parciales

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{\,0{,}76} \cdot J_c^{\,-0{,}19}$$

Siendo:

- tc (horas): Tiempo de concentración
- Lc (Km): longitud del cauce
- Jc (adimensional): pendiente media del cauce.

El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración tc.

- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Este coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

Si $P_d \cdot K_A > P_0$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right)\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Si $P_d \cdot K_A \leq P_0$

$C = 0$

Siendo

- C (adimensional: coeficiente de escorrentía.
- P_d (mm): precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.
- K_A (adimensional): factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Siendo P_0^i (mm) el valor inicial del umbral de escorrentía y β el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

- COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Con estos datos se muestra a continuación el caudal calculado correspondiente a la superficie del aparcamiento, de 0,427m^3/s para el periodo de retorno de 10 años.

ZONAS	M2	Longitud max (m)	Pendiente		
CUENCA 3	8194,72	159	0,016	TR	10 AÑOS

METODO RACIONAL 5.2. IC

2.2.1 FORMULA GENERAL DE CÁLCULO

$$Q_t = \frac{K_t}{3,6} \cdot I(T, t_c) \cdot \sum_i [C_i \cdot A_i]$$

Q (m3/s)	0,427527935	
I (mm/h)	207,1666667	2.2.2.1
C	0,900	2.2.3
A (km2)	0,00819472	2.4
Kt	1,007327039	2.5

2.2.2 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

2.2.2.1 Consideraciones generales

I	207,1666667	
Id	5	Intensidad diaria para el periodo de retorno elegido (2.2.2.2)
Fint	41,43333333	(2.2.2.4)

2.2.2.2 Intensidad media diara de precipitacion corregida

Id (mm/h)	5	
Pd (mm)	120	Ajuste pluviómetros
Ka	1	

2.2.2.3 Ka, Factor corrector cuenca)

Si A<1km2 Ka=1

2.2.2.4 Fint

El mayor de Fa y Fb

Fint	41,43333333	

Fa

Fa	29,55252515	
(I1/Id)	11	FIGURA 2.4 DE 5.2 IC
t	0,16878	Duración aguacero en horas, igual a tiempo de

Fb

Fb	41,43333333	
Kb	1,13	DATOS
Iidf(T,tc)	110	CURVA IDF
Iidf (T,24)	3	DEL

			Tc mins	tc<0,25h	Fórmula no válida
tc	tc (horas)	0,162704765	horas	9,76228591	mins
	Lc (Km)	0,159			
	Jc	0,016			
	n	0,015			
	tc*(horas)	10,12696756	mins	0,16878279	horas

2.2.3 COEFICIENTE DE ESCORRETÍA

C	0,900
Pd x Ka/ Po	48,000
Pd	120
Ka	1
Po	2,5
Po	5,535
Po'	2,7
Ft	1
Beta	2,05

TABLA 2.4.- GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

2.4 AREA DE LA CUENCA

Area medido en planta	A (km2)	0,00819472

2.5 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Kt	1,007327039

ANEJO Nº4. CLIMATOLOGÍA Y DRENAJE

Por otro lado, se busca infiltrar al terreno la escorrentía de las luvias ordinarias, por lo que se ha calculado también el caudal asociado a un periodo de retorno de 2 años.

ZONAS	M2	Longitud max (m)	Pendiente		
CUENCA 3	8194,72	159	0,016	TR	2 AÑOS

METODO RACIONAL 5.2. IC

2.2.1 FORMULA GENERAL DE CÁLCULO

$$Q_T = \frac{K_t}{3{,}6} \cdot I(T, t_c) \cdot \sum_i [C_i \cdot A_i]$$

Q (m3/s)	0,177879546	
I (mm/h)	86,19486501	2.2.2.1
C	0,900	2.2.3
A (km2)	0,00819472	2.4
Kt	1,007327039	2.5

2.2.2 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

2.2.2.1 Consideraciones generales

I	86,19486501	
Id	2,916666667	Intensidad diaria para el periodo de retorno elegido (2.2.2.2)
Fint	29,55252515	(2.2.2.4)

2.2.2.2 Intensidad media diaria de precipitacion corregida

Id (mm/h)	2,916666667	
Pd (mm)	70	Ajuste pluviómetros
Ka	1	

2.2.2.3 Ka, Factor corrector cuenca)

Si A<1km2 Ka=1

2.2.2.4 Fint

El mayor de Fa y Fb

Fint	29,55252515	

Fa

Fa	29,55252515	
(I1/Id)	11	FIGURA 2.4 DE 5.2 IC
t	0,16878	Duración aguacero en horas, igual a tiempo de

Fb

Fb	28,25	
Kb	1,13	DATOS
Iidf(T,tc)	75	CURVA IDF
Iidf (T,24)	3	DEL

tc

			Tc mins	tc<0,25h	Fórmula no válida
tc (horas)	0,162704765	horas	9,76228591	mins	
Lc (Km)	0,159				
Jc	0,016				
n	0,015				
tc*(horas)	10,12696756	mins	0,16878279	horas	

2.2.3 COEFICIENTE DE ESCORRETÍA

C	0,900
Pd x Ka/ Po	28,000
Pd	70
Ka	1
Po	2,5
Po	5,535
Po'	2,7
Ft	1
Beta	2,05

TABLA 2.4.- GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

2.4 AREA DE LA CUENCA

Area medido en planta	A (km2)	0,00819472

2.5 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Kt	1,007327039

4 SISTEMA DE DRENAJE

4.1 Descripción de la red

Se ha realizado una prueba de infiltración en el terreno en la zona del aparcamiento para comprobar la viabilidad de proyectar pavimentos drenantes. El resultado obtenido indica que, por debajo de la capa de tierra vegetal, el terreno presenta carácter impermeable. No existiendo punto de conexión de aguas pluviales en las inmediaciones, se proyecta un sistema de drenaje sostenible que recoge el agua de escorrentía generada en el aparcamiento, la lámina y la conduce hacia una **balsa de retención e infiltración** ubicada en el extremo noreste del ámbito.

El sistema se compone de una red secundaria de recogida en accesos y cubierta (cafetería proyectada), y de una red principal que recoge el drenaje del aparcamiento a través del pavimento permeable.

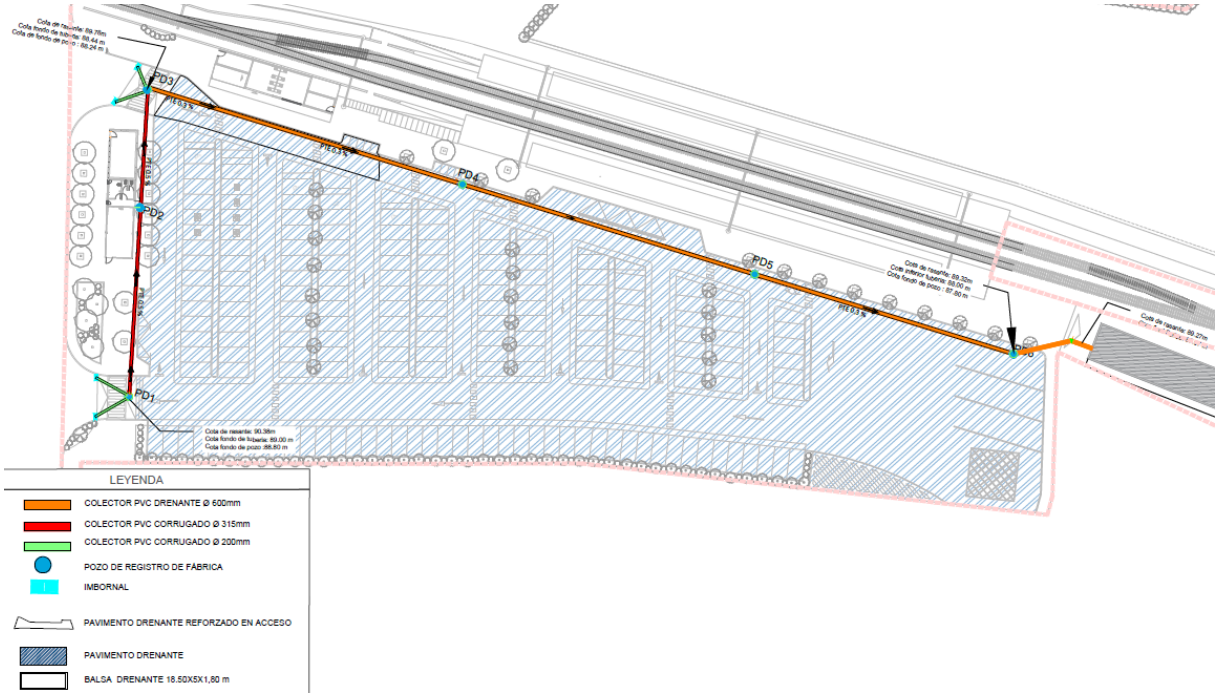


Ilustración 5. Plano en planta de sistema de drenaje

La red secundaria comienza en los accesos de entrada y salida del aparcamiento (señalados en verde en el plano) se disponen **sumideros**, cuyo objetivo es evitar encharcamientos en las inmediaciones de los pasos de peatones elevados.

Estos sumideros se conectan a un **colector de PVC corrugado de 315 mm de diámetro** (marcado en rojo en el plano), que discurre por el acerado de la zona oeste.

En la traza de esta tubería se conecta la red de drenaje de la cubierta de la cafetería proyectada. Allí, enlaza con los sumideros situados en la salida norte, conformando la red secundaria de recogida.

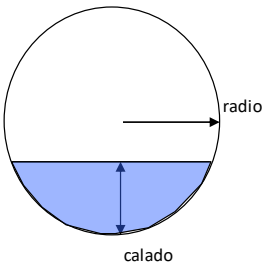
Desde el extremo noroeste comienza la **tubería de drenaje principal** (marcada en naranja en el plano), ejecutada mediante tubería corrugada de PVC drenante de **600 mm de diámetro**.

Esta conducción se diseña para recoger el conjunto de la escorrentía infiltrada a través del pavimento permeable del aparcamiento. Para garantizar el correcto funcionamiento hidráulico y permitir labores de mantenimiento, se dispondrán pozos de registro cada 50 metros.

La red principal finaliza en la **balsa de infiltración de 302 m² de superficie** situada en el extremo noreste del ámbito. Esta infraestructura actúa como elemento de laminación y retención temporal, permitiendo la infiltración progresiva del agua de lluvia al terreno.

4.2 Cálculo hidráulico

Para la evacuación del caudal de proyecto correspondiente a un **periodo de retorno de 10 años**, previamente calculado en el anejo mediante el **método racional de la Norma 5.2-IC**, se ha dimensionado la conducción principal del sistema de drenaje del aparcamiento. El caudal de referencia es **Q = 0,522 m³/s**, obtenido para la totalidad de la superficie impermeable equivalente del aparcamiento.



Radio (m)	0,3			Manning (n)	0,009
				Pendiente (%)	0,30

Calado	fi	Superficie	Perimetro mojado	Velocidad (m/s)	Caudal (m^3/s)	% seccion vacia
0,60	6,28	0,28	1,88	1,72	**0,486**	0,0
0,57	5,38	0,28	1,61	1,88	**0,522**	1,9
0,54	5,00	0,27	1,50	1,93	**0,518**	5,2
0,51	4,69	0,26	1,41	1,95	**0,501**	9,4
0,48	4,43	0,24	1,33	1,96	**0,475**	14,2
0,45	4,19	0,23	1,26	1,95	**0,443**	19,6
0,42	3,96	0,21	1,19	1,92	**0,407**	25,2
0,39	3,75	0,19	1,13	1,89	**0,367**	31,2
0,36	3,54	0,18	1,06	1,84	**0,326**	37,4
0,33	3,34	0,16	1,00	1,79	**0,285**	43,6
0,30	3,14	0,14	0,94	1,72	**0,243**	50,0
0,27	2,94	0,12	0,88	1,64	**0,202**	56,4
0,24	2,74	0,11	0,82	1,55	**0,164**	62,6
0,21	2,53	0,09	0,76	1,45	**0,128**	68,8
0,18	2,32	0,07	0,70	1,33	**0,095**	74,8
0,15	2,09	0,06	0,63	1,20	**0,067**	80,4
0,12	1,85	0,04	0,56	1,06	**0,043**	85,8
0,09	1,59	0,03	0,48	0,89	**0,024**	90,6
0,06	1,29	0,01	0,39	0,69	**0,010**	94,8
0,03	0,90	0,01	0,27	0,44	**0,002**	98,1
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,000**	100,0

Para el colector principal, se ha adoptado una tubería de **PVC corrugado drenante de 600 mm de diámetro**, dispuesta con una pendiente mínima del **0,3 %**, y considerando una rugosidad de cálculo acorde a este material.

La comprobación hidráulica confirma que, con las condiciones anteriores, la conducción es capaz de transportar el caudal de proyecto con un **grado de llenado aproximado del 60 %**, garantizando una **velocidad media de 1,80 m/s**. Este valor se encuentra dentro del rango recomendado para asegurar condiciones de autolimpieza y evitar sedimentaciones, sin alcanzar valores erosivos.

Asimismo, la capacidad máxima de la tubería a sección llena (≈0,63 m³/s) supone un **margen hidráulico adicional del 47 %** respecto al caudal de cálculo, lo que aporta un nivel de seguridad adecuado frente a posibles incrementos de aportaciones o situaciones extraordinarias.

Se dispondrán **pozos de registro cada 50 m y en los cambios de alineación o pendiente**, garantizando el acceso para inspección y mantenimiento, de acuerdo con las prescripciones de la **Norma 5.2-IC de Drenaje Superficial**.

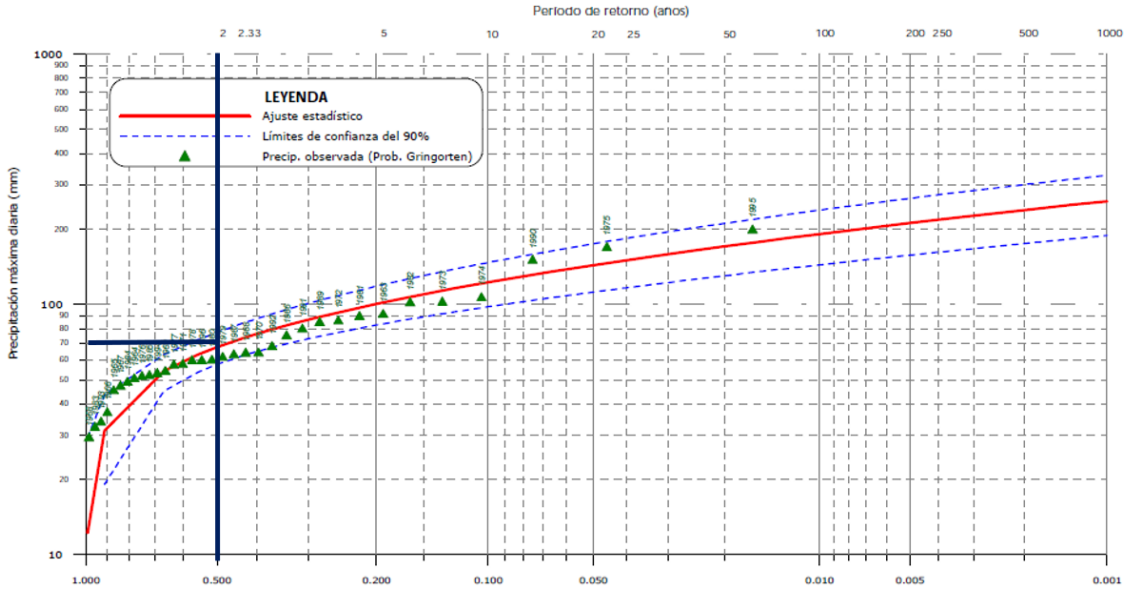
4.3 Balsa de infiltración

De la superficie total del aparcamiento se consideran como zonas de **infiltración directa** las alineaciones de arbolado (≈5 % del ámbito), y se calcula la **superficie impermeable equivalente** aplicando coeficientes de escorrentía por tipología: pavimento permeable (C=0,5), zona ajardinada (C=0,3) y pavimento impermeable (C=0,9). El resultado es una superficie impermeable equivalente de **4.292,89 m²** sobre un **ámbito total de 7.507,66 m².**

CALCULO SUPERFICIE IMPERMEABLE			
SUPERFICIES (m2)	**TIPO SUPERFICIE**	**COEF. ESCORRENTIA**	**SUPERF. IMPERMEABLE EQUIVALENTE (m2)**
5.401,58	**Pavimento permeable**	0,5	2.700,79
443,56	**Zona Ajardinada**	0,3	99,90
1.662,52	**Pavimento impermeable**	0,9	1.492,20
TOTAL SUPERFICIE IMPERMEABLE			***4.292,89***

TOTAL SUPERFICIE AMBITO	***7.507,66***

Conforme se muestra en la tabla de cálculo incorporada al documento. Con esta base y para un **periodo de retorno de 2 años** (precipitación diaria **Pd = 70 mm**).



El **volumen de escorrentía a gestionar** asciende a:

CALCULO VOLUMEN ESCORRENTIA

SUPERF. IMPERMEABLE (m2)	V 80 (mm) VOLUMEN PERCENTIL	VOLUMEN GENERADO (m3)
4.292,89	70	300,50

Para laminar y evacuar este volumen se **expropia una parcela residual** contigua a la vía donde se dispone una **balsa de retención/infiltración** de **302,40 m³** y dimensiones **56,0 × 6,0 × 1,8 m**, situada en el extremo noreste del ámbito. Esta infraestructura recibe la aportación del pavimento permeable y favorece su **infiltración controlada** en el terreno, en coherencia con la estrategia SUDS definida en el proyecto.

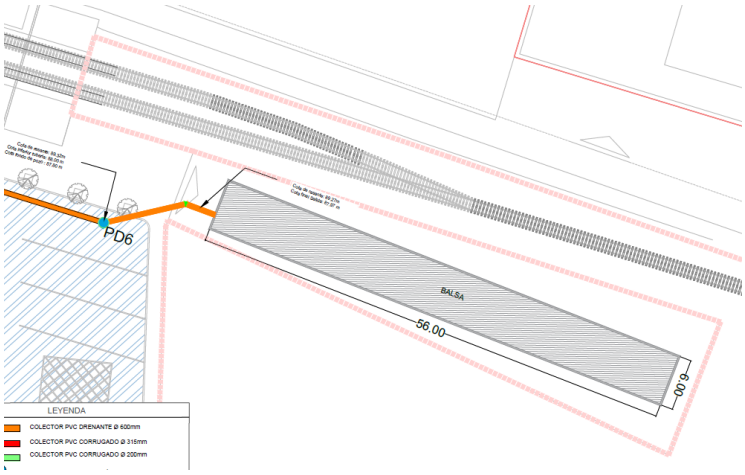


Ilustración 6. Balsa de retención e infiltración

La balsa funciona como estructura de retención-infiltración donde el **volumen útil de almacenamiento** viene determinado por la porosidad del material de relleno y no por el volumen geométrico total de excavación.

Con unas dimensiones de referencia 6 m de anchura total excavada, profundidad útil 1,80 m y una longitud acumulada LT = 56 m, el volumen total excavado es:

$$V_{\text{excavación}} = 6 \times 1{,}80 \times 56 = 648 \text{ m}^3$$

El material de relleno propuesto es escombro lavado, para la que se adopta una porosidad n = 0,50, valor totalmente compatible con materiales granulares gruesos empleados habitualmente en SUDS.

El volumen neto de almacenamiento del sistema es, por tanto:

$$V_{\text{neto}} = V_{\text{excavación}} \times n = 648 \text{ m}^3 \times 0{,}50 = 302{,}40 \text{ m}^3$$

Este volumen debe compararse con el volumen de escorrentía generado para el episodio de diseño (TR = 2 años, Pd = 70 mm), previamente calculado en:

$$V_{\text{esc}} = 300{,}50 \text{ m}^3$$

Por tanto:

$$V_{\text{neto}} = 302{,}40 \text{ m}^3 > V_{\text{esc}} = 300{,}50 \text{ m}^3$$

La instalación garantiza la capacidad suficiente para almacenar íntegramente el volumen de avenida de diseño.

Por otra parte, el vaciado de la balsa se produce mediante infiltración directa hacia el terreno natural subyacente. La capacidad de infiltración se ha determinado a partir del ensayo in situ incluido en el Anejo Geotécnico, en el que se registró un descenso de lámina de 8 cm en 195 minutos en una excavación de 0,60 × 1,20 m. Este resultado permite estimar una velocidad de infiltración conservadora del orden de:

$$f \approx 0{,}025 \text{ m/h}$$

La balsa se dimensiona como un depósito de grava de 6,0 m de anchura (eT) y 56,0 m de longitud (LT), que proporciona una superficie efectiva de infiltración:

$$A = eT \times LT = 6 \times 56 = 336 \text{ m}^2$$

El caudal infiltrado hacia el terreno natural, aplicando la velocidad de infiltración mencionada, resulta:

$$Q_{\text{inf}} = A \times f = 336 \text{ m}^2 \times 0{,}025 \text{ m/h} = 8{,}4 \text{ m}^3\text{/h}$$

El tiempo de vaciado completo por infiltración se obtiene de la relación entre el volumen almacenado y el caudal infiltrado:

$$t = \frac{V_{\text{neto}}}{Q_{\text{inf}}} = \frac{302{,}40}{8{,}4} \approx 36 \text{ h}$$

Es decir, el sistema requiere aproximadamente 36 horas (≈ 1,5 días) para evacuar completamente el volumen almacenado durante un episodio de diseño, un tiempo más que razonable y plenamente acorde con los criterios habituales de funcionamiento de sistemas SUDS (vaciado < 48 h).

5 PAVIMENTO DRENANTE

Para la evacuación de las aguas pluviales del ámbito del aparcamiento se ha proyectado un pavimento drenante mediante adoquín microporoso tipo VS5 Acqua o equivalente, en formato 15×15×10 cm, específicamente diseñado para sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS).

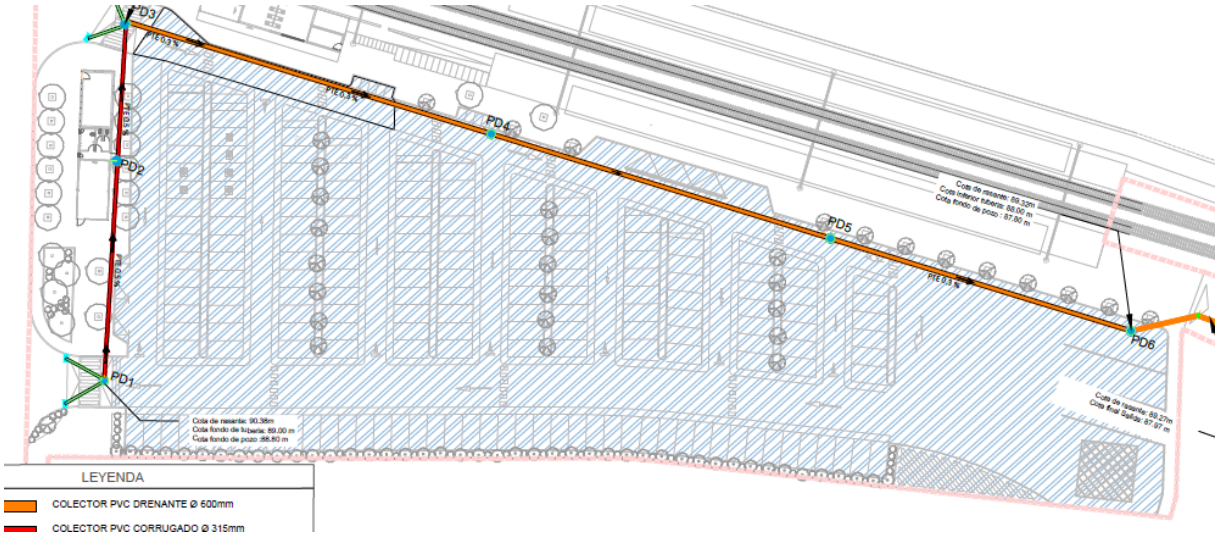


Ilustración 7. Ámbito de implantación del pavimento drenante en planta

Este pavimento presenta un acabado microporoso que le confiere una capacidad de infiltración certificada de 2.624 mm/h, lo que equivale a 7.290 l/(s·ha).

Aplicado a la superficie total de pavimento drenante del aparcamiento, dicha capacidad representa un **caudal potencial de infiltración del orden de 4.519,8 l/s (≈ 4,5 m³/s)**. Esta capacidad de infiltración es **muy superior a los caudales de diseño** obtenidos en el cálculo hidráulico para los periodos de retorno de 2 años y 10 años, garantizando que el pavimento es capaz de absorber, laminar e infiltrar con holgura las precipitaciones de cálculo consideradas en este proyecto.

Con ello se asegura no solo la evacuación de las precipitaciones ordinarias, sino también la laminación y absorción de los episodios más torrenciales, contribuyendo a reducir la escorrentía superficial y evitando encharcamientos en superficie.

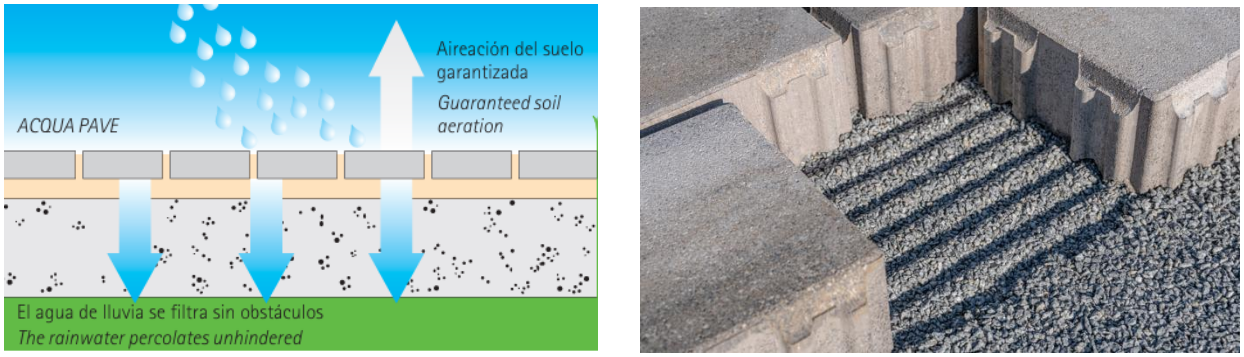


Ilustración 8. Esquema de pavimento drenante

El dimensionamiento estructural del pavimento se ha realizado atendiendo a la **categoría de tráfico 3**, que corresponde a aparcamientos públicos con acceso de vehículos comerciales ligeros, así como de vehículos de emergencia y de mantenimiento. Para esta categoría, el manual técnico prescribe espesores adecuados de subbase y de capa de asiento, los cuales se han adoptado en el proyecto conforme al siguiente paquete de firme:



- **Adoquín microporoso** 15×15×10 cm.
- **Capa de asiento** de gravilla lavada 2/6 mm, espesor 5 cm.
- **Geotextil separador superior** entre la cama de asiento y la subbase.
- **Subbase de grava** machacada 4/20 mm, espesor 30 cm, ejecutada en tongadas de 10–15 cm con compactación mecánica.
- **Geotextil inferior** sobre el terreno natural, que actúa como capa de separación y filtración, evitando la migración de finos desde la explanada a la subbase y contribuyendo a preservar la capacidad drenante a largo plazo.

Se ha optado igualmente por la instalación de un geotextil separador en la parte superior de la subbase, elemento opcional según el manual, pero recomendable para evitar la migración de partículas finas de la capa de asiento y preservar la capacidad drenante del conjunto en el largo plazo.

En conjunto, el pavimento drenante proyectado constituye una solución técnicamente robusta, que combina elevada capacidad hidráulica, comportamiento estructural adecuado a la categoría de tráfico prevista y contribución efectiva a la gestión sostenible de aguas pluviales, conforme a los criterios actuales de diseño de SUDS.

6 PAVIMENTO DRENANTE REFORZADO

Debido a que el tramo de la red principal del drenaje en la entrada norte del aparcamiento dispone de una clave situada a 0,70 m bajo la superficie. Para mejorar el reparto de cargas sobre esa zona, reducir deformaciones locales y mantener la funcionalidad hidráulica, se adopta una sección reforzada de pavimento drenante que sustituye parte de la subbase granular por una capa de hormigón drenante. De este modo se conserva la solución SUDS del conjunto y se incrementa la capacidad portante cerca del colector.

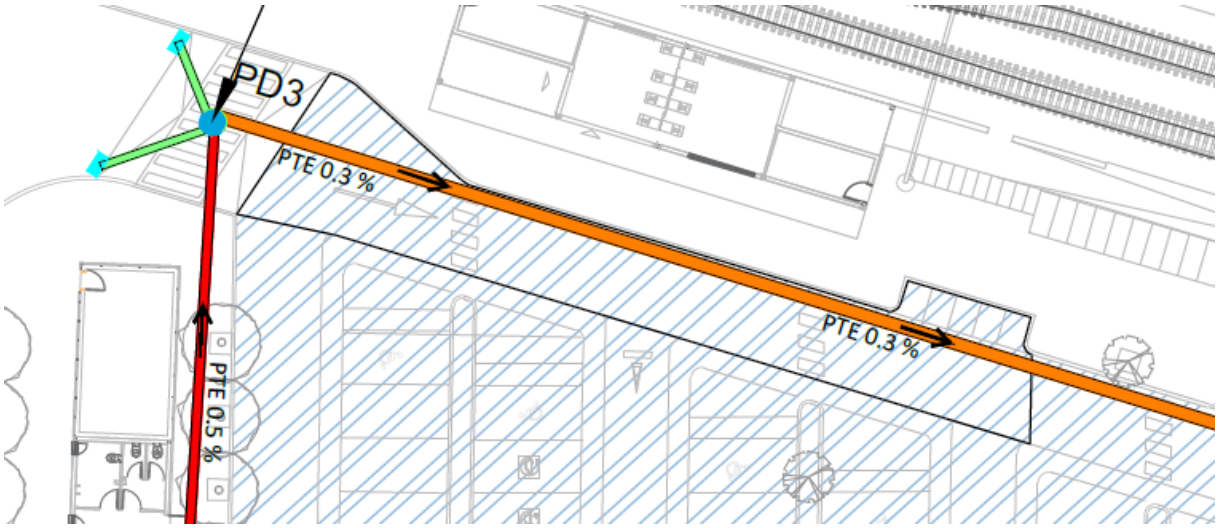


Ilustración 7. Zona de acceso reforzada (línea discontinua)

Sección del pavimento drenante reforzado

- **Adoquín drenante microporoso** 15×15×10 cm (tipo VS5 Acqua o equivalente).
- **Capa de asiento** de gravilla lavada 2/6 mm — **5 cm**.
- **Hormigón drenante** — **10 cm** (hormigón poroso de granulometría abierta, con elevada permeabilidad).
- **Subbase granular** de grava machacada 4/20 mm — **20 cm**.
- **Geotextil filtrante inferior** sobre el terreno natural.

Nota: respecto a la sección general del aparcamiento, ***se elimina el geotextil separador superior*** *(entre cama de asiento y subbase), al quedar la cama apoyada sobre una capa continua y estable de* ***hormigón drenante****.*

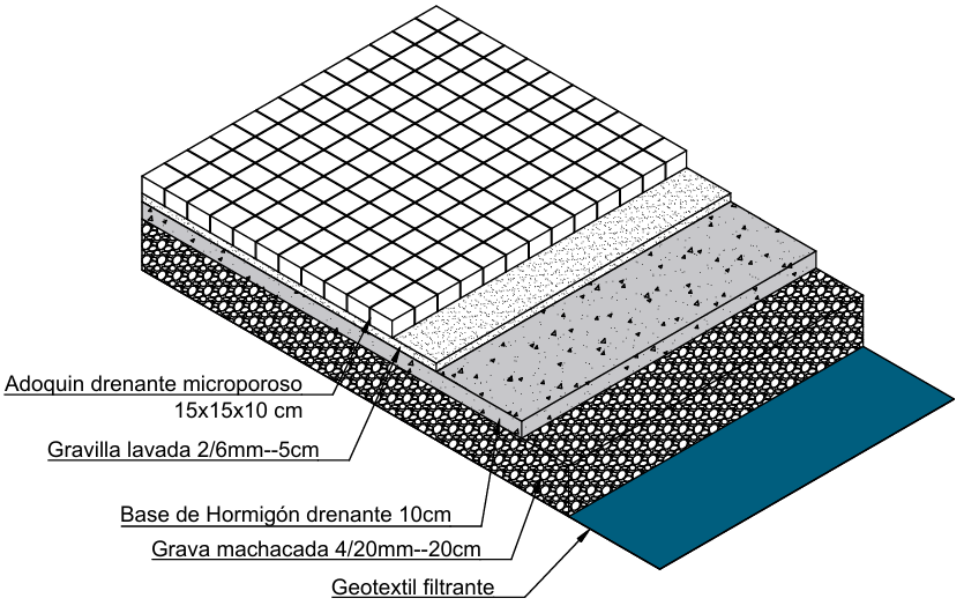


Ilustración 7. Sección tipo pavimento drenante reforzado

ANEJO Nº5. TRAZADO Y REPLANTEO

ANEJO Nº5. TRAZADO Y REPLANTEO

INDICE DE CONTENIDO

1 OBJETO 2
2 TRAZADO. 3
3 REPLANTEO 4

1 OBJETO

El presente anejo tiene por objeto definir los criterios empleados para el diseño geométrico en planta y en rasante de los distintos ámbitos que conforman el *Proyecto Constructivo de Reforma de la Estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo*, así como establecer las bases técnicas para el replanteo en obra de los elementos proyectados.

En materia de accesibilidad, el proyecto se desarrolla conforme al marco normativo vigente en la Comunidad Autónoma de Illes Balears y a la normativa estatal aplicable en espacios públicos urbanizados, a saber:

- **Ley 8/2017**, de 3 de agosto, de accesibilidad universal de las Illes Balears.
- **Decreto 1/2023**, de 23 de enero, que desarrolla reglamentariamente la Ley 8/2017 y establece los requisitos específicos de accesibilidad en entornos urbanos.
- **Orden TMA/851/2021**, de 23 de julio, por la que se desarrollan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.

El trazado constituye la referencia geométrica fundamental que permite implantar sobre el terreno las obras previstas, garantizando la correspondencia entre el modelo digital y la ejecución material. Para ello, se describen las alineaciones, ejes de referencia, cotas, radios de giro y pendientes que definen la geometría del conjunto, así como las condiciones de precisión exigibles en el replanteo.

El proyecto se desarrolla íntegramente dentro del recinto ferroviario de la Estación de Petra (TM de Petra, Mallorca) e integra actuaciones de naturaleza diversa, agrupadas en tres ámbitos principales:

- **Zona de aparcamiento en superficie**, que incluye la nueva ordenación de viales y plazas de estacionamiento, las marquesinas fotovoltaicas y las zonas ajardinadas asociadas.
- **Zona de planta fotovoltaica**, constituida por estructuras metálicas tipo biposte Pedraforca para soporte de módulos solares, dispuestas sobre una plataforma de terreno nivelada y con su correspondiente red de canalizaciones eléctricas.
- **Zona del edificio complementario y accesos**, que alberga las dependencias técnicas y de servicio vinculadas a la estación y al sistema de autoconsumo.

El trazado de estas áreas se ha definido en coordenadas **UTM ETRS89 huso 31N**, garantizando la compatibilidad con la cartografía oficial y con el sistema topográfico empleado por *Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM)*.

Finalmente, este anejo establece las condiciones de replanteo en obra, precisando la red de puntos de control, la metodología de verificación de cotas y las tolerancias admisibles, con el fin de asegurar la correcta materialización geométrica de todas las actuaciones proyectadas.

2 TRAZADO.

El proyecto se desarrolla íntegramente dentro del recinto ferroviario de la Estación de Petra (T.M. de Petra, Mallorca), sobre terrenos de titularidad de Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM). El trazado define la ordenación geométrica de las nuevas infraestructuras interiores —aparcamiento, accesos, viales de circulación, planta fotovoltaica y edificio complementario— que configuran el conjunto de la actuación.

El conjunto presenta una geometría sencilla, con ejes prácticamente rectilíneos y curvas de transición amplias que facilitan la circulación de vehículos y el tránsito peatonal. El trazado en planta y rasante se ha modelizado mediante software de diseño civil, asegurando la continuidad entre las distintas zonas y la correcta evacuación superficial de las aguas pluviales.

En el ámbito del aparcamiento, los viales interiores se han dimensionado con anchuras variables entre 3,00 y 6,00 m, permitiendo el cruce seguro de vehículos y la coexistencia ordenada con los itinerarios peatonales. Los radios mínimos de giro son de 7,00 m, valor adecuado para las maniobras de turismos y vehículos de mantenimiento, y también compatible con el giro de autobuses en las zonas previstas para ello.

Los accesos principales al aparcamiento disponen de una calzada de 7,00 m de anchura, lo que garantiza que los autobuses puedan realizar maniobras de entrada y salida, así como giros amplios y seguros, sin invadir carriles opuestos ni comprometer la seguridad del resto de usuarios. La combinación de un rádio de giro de 7,00 m con una anchura de vial de 6 m cumple los criterios habituales de diseño geométrico para vehículos de transporte colectivo en entornos urbanos.

La plataforma del aparcamiento se ha diseñado con una pendiente longitudinal del 0,5 % y una pendiente transversal del 2 %, dirigida hacia la red de drenaje proyectada, garantizando la escorrentía pluvial sin afectar a las zonas de paso ni a los accesos, y manteniendo unas condiciones de rodadura adecuadas para todo tipo de vehículos, incluidos los autobuses.

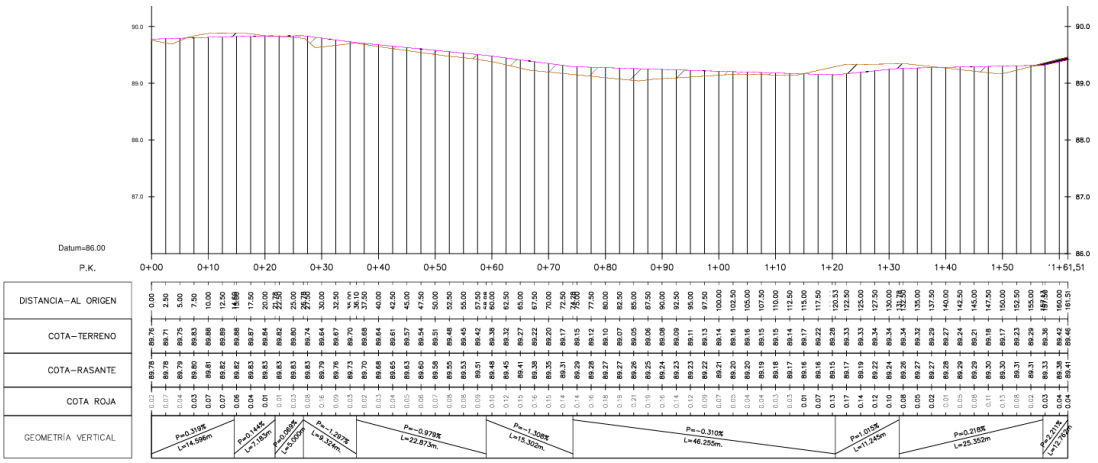


Ilustración 1. Perfil longitudinal plataforma

En la zona fotovoltaica, situada al este del recinto, se dispone una superficie nivelada con filas de estructuras biposte tipo Pedraforca alineadas con orientación sur y una inclinación de 20°. Entre las alineaciones se han previsto corredores de mantenimiento de 3,00 m de ancho, así como una franja libre perimetral de 8,00 m respecto al cerramiento. El acceso a la planta solar se realiza mediante un vial de servicio de 3,00 m de ancho, que enlaza con el vial interior del aparcamiento, permitiendo el paso de vehículos de mantenimiento y maniobras de transporte de equipos.

En su conjunto, el trazado cumple las prescripciones establecidas en la Norma 3.1-IC “Trazado”, la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial” y las condiciones de accesibilidad del CTE-DB-SUA, garantizando la funcionalidad, la seguridad vial y el correcto drenaje de las superficies pavimentadas.

3 REPLANTEO

A continuación, se adjunta las imágenes con los listados de replanteo de la planta propuesta propuesta.

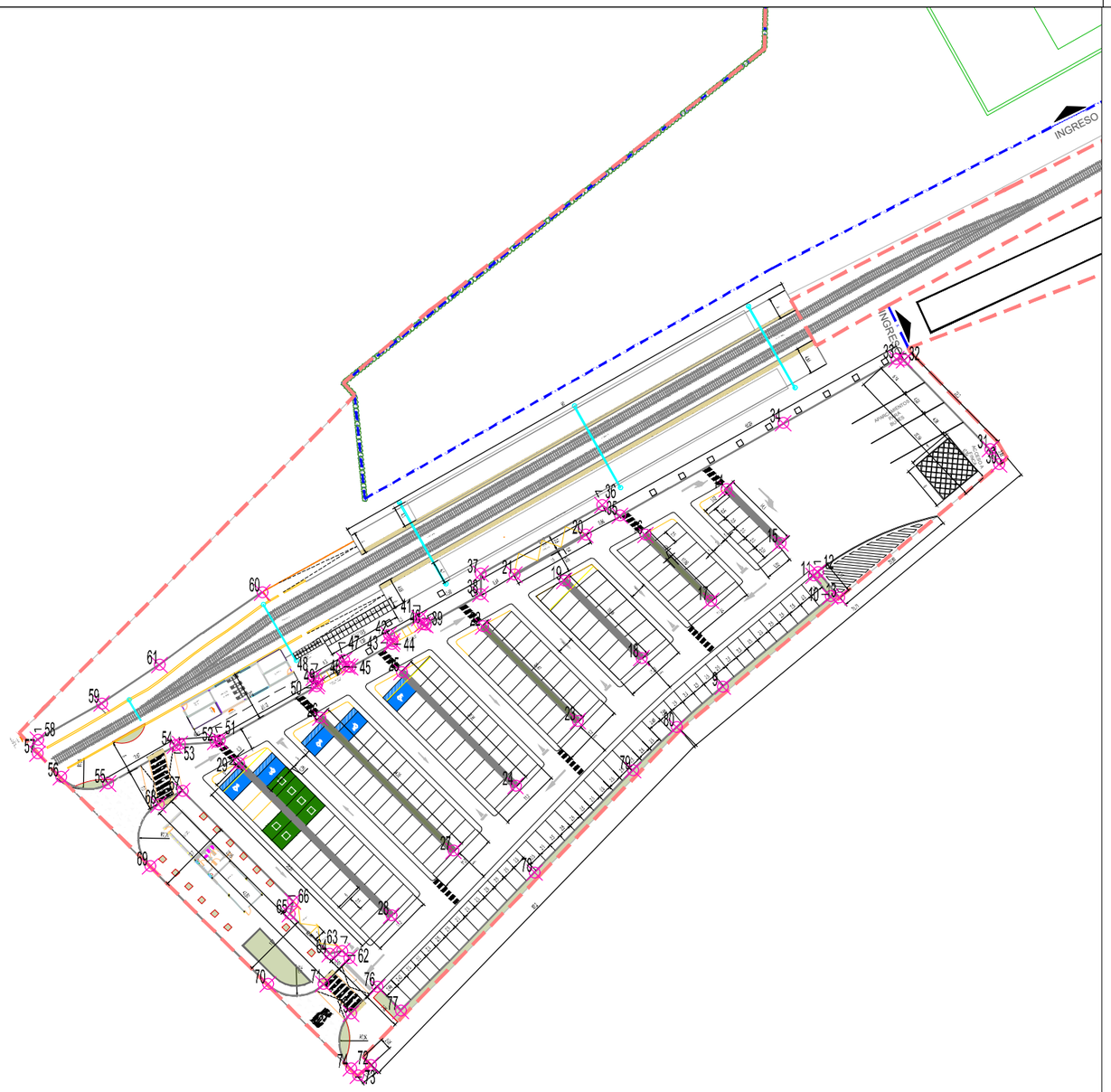


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
9	509554.94	4385349.57
10	509574.34	4385365.88
11	509571.29	4385369.58
12	509572.10	4385370.25
13	509575.94	4385365.61
14	509555.61	4385385.24
15	509565.33	4385375.45
16	509540.98	4385376.96
17	509552.81	4385365.08
18	509540.25	4385354.74
19	509526.35	4385368.68
20	509530.16	4385377.00
21	509517.36	4385369.78
22	509511.68	4385360.44
23	509528.78	4385343.36
24	509517.55	4385331.68
25	509496.99	4385352.21
26	509482.31	4385343.98
27	509506.34	4385319.98
28	509495.10	4385308.29

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
29	509467.63	4385335.76
30	509604.77	4385389.70
31	509603.16	4385392.42
32	509587.66	4385408.45
33	509586.26	4385408.65
34	509565.83	4385397.10
35	509536.36	4385380.44
36	509533.19	4385382.32
37	509511.26	4385369.95
38	509511.22	4385366.26
39	509501.30	4385360.70
40	509500.82	4385360.83
41	509500.20	4385361.95
42	509494.69	4385358.88
43	509495.33	4385357.75
44	509495.19	4385357.28
45	509487.73	4385353.09
46	509487.25	4385353.23
47	509486.62	4385354.36
48	509481.13	4385351.26

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
49	509481.75	4385350.15
50	509481.62	4385349.67
51	509464.17	4385339.89
52	509463.39	4385339.66
53	509456.99	4385339.21
54	509456.08	4385338.94
55	509444.01	4385332.11
56	509435.55	4385333.26
57	509431.31	4385337.50
58	509431.38	4385340.02
59	509442.89	4385346.55
60	509471.86	4385366.58
61	509453.34	4385353.50
62	509487.53	4385300.65
63	509486.27	4385301.93
64	509483.99	4385301.38
65	509476.80	4385308.57
66	509477.35	4385310.84
67	509457.44	4385330.75
68	509453.14	4385328.31

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
69	509451.62	4385317.19
70	509472.88	4385295.94
71	509482.87	4385295.96
72	509491.43	4385281.30
73	509469.11	4385279.42
74	509487.83	4385280.74
75	509487.87	4385290.62
76	509492.63	4385295.43
77	509496.82	4385291.13
78	509520.98	4385316.05
79	509538.73	4385334.52
80	509546.62	4385342.28

UNIDADES APARCAMIENTO TURISMOS = 127 UD
UNIDADES APARCAMIENTO AUTOBUSES = 3 UD
UNIDADES APARCAMIENTO MOTOCICLETAS = 43 UD
UDUNIDADES APARCAMIENTO BICICLETAS = 15 UD
UNIDADES APARCAMIENTO PATINETES = 10 UD

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

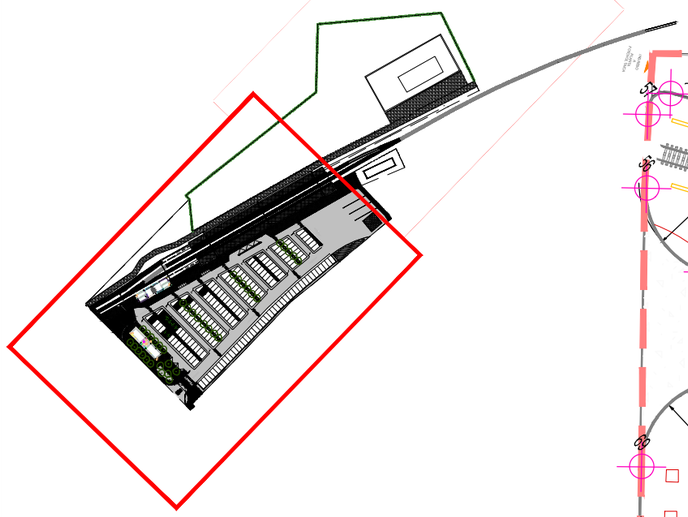
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

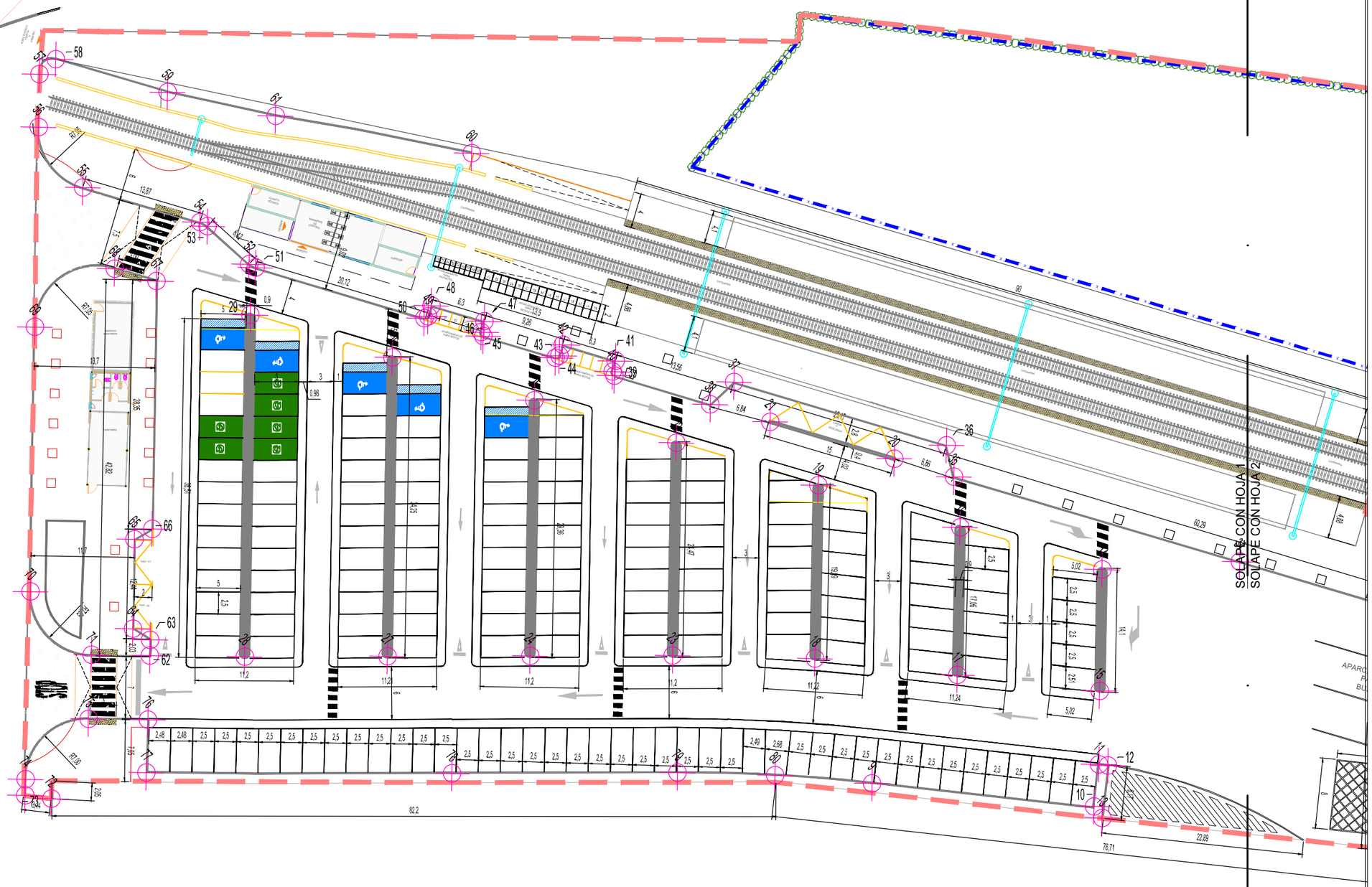
ESCALA A3: 1/1000
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

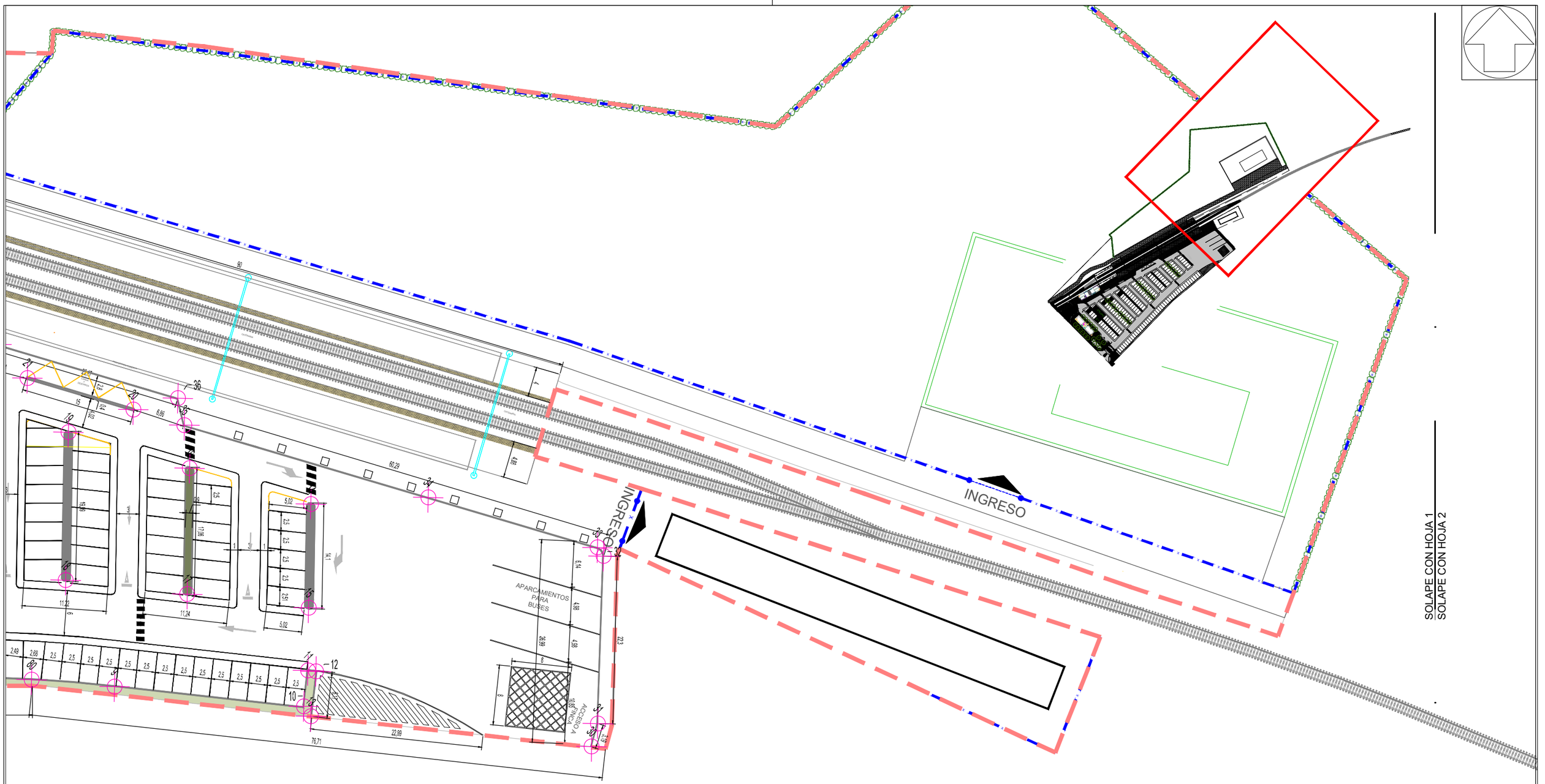
NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PARKING

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 1 DE 3





PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: TRAZADO Y REPLANTEO PARKING	NÚMERO PLANO: 4 HOJA 2 DE 3



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PARKING

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 3 DE 3

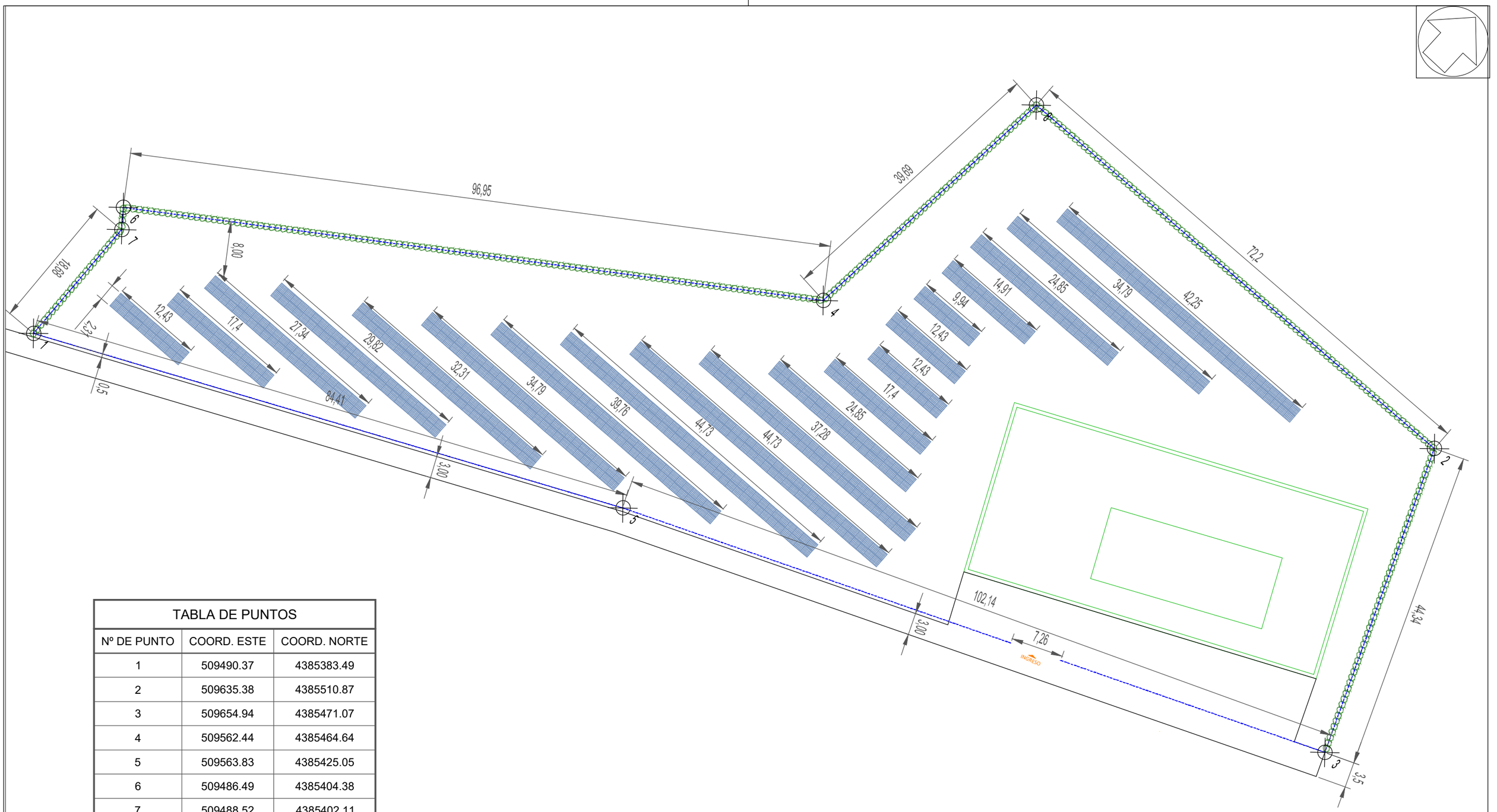


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509490.37	4385383.49
2	509635.38	4385510.87
3	509654.94	4385471.07
4	509562.44	4385464.64
5	509563.83	4385425.05
6	509486.49	4385404.38
7	509488.52	4385402.11
8	509563.48	4385504.33

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PLANTA FOTOVOLTAICA

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 2 DE 4

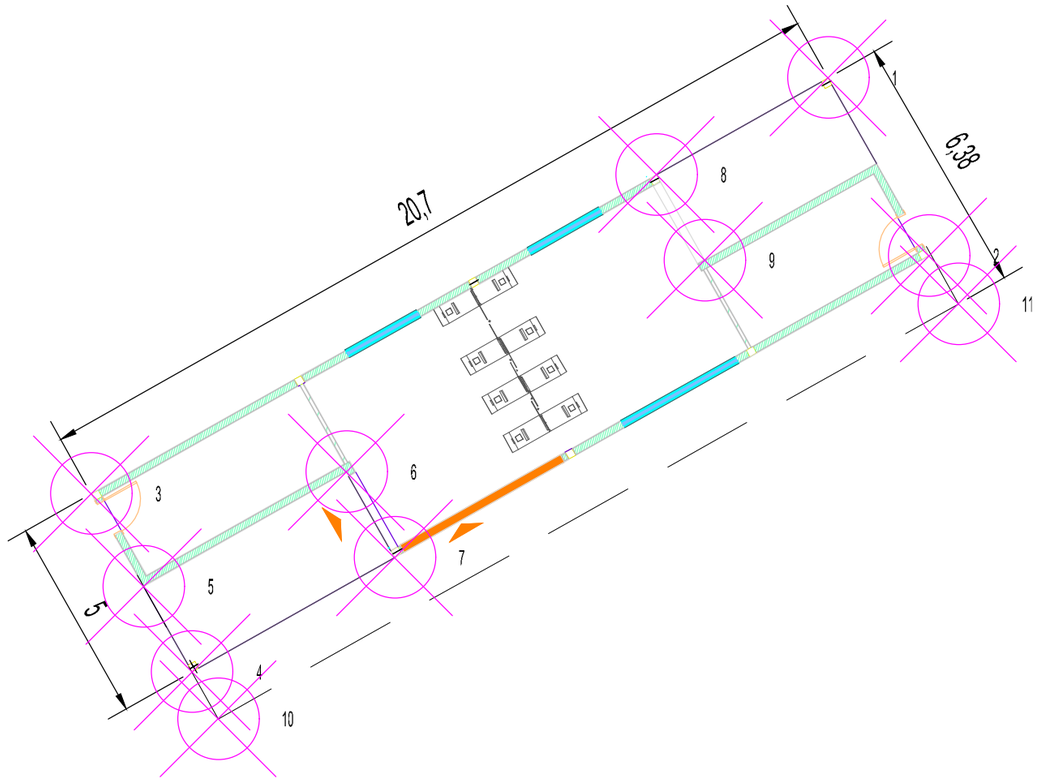


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509475.11	4385356.39
2	509477.57	4385352.04
3	509457.08	4385346.22
4	509459.55	4385341.87
5	509458.36	4385343.95
6	509463.32	4385346.75
7	509464.51	4385344.66
8	509470.91	4385354.03
9	509472.09	4385351.93
10	509460.19	4385340.72
11	509478.30	4385350.87

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/150
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
EDIFICO DE ACCESOS

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 3 DE 4

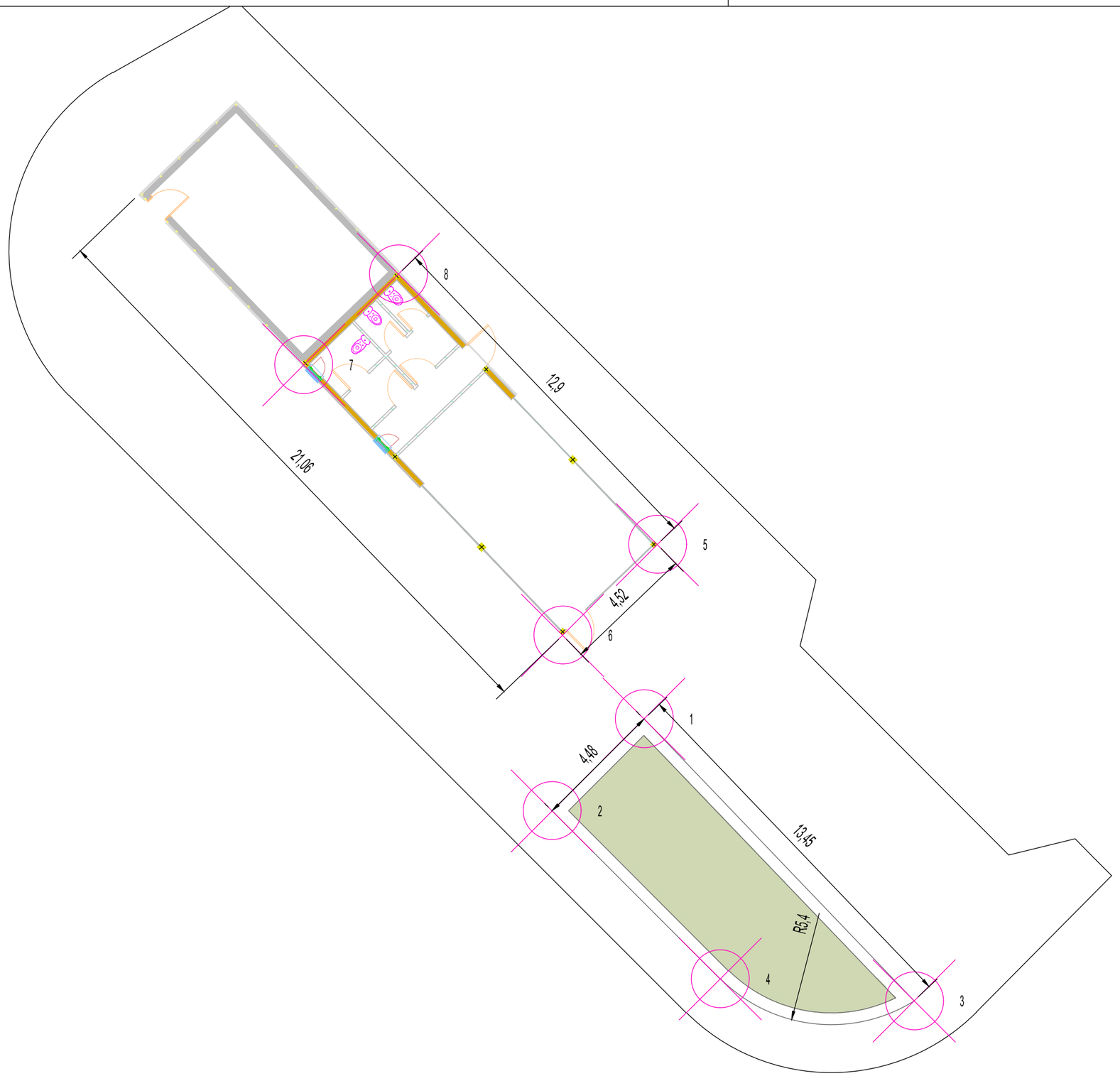


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509471.43	4385306.06
2	509468.26	4385302.89
3	509480.73	4385296.35
4	509474.05	4385297.10
5	509471.89	4385312.06
6	509468.62	4385308.93
7	509459.70	4385318.24
8	509462.97	4385321.37

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/150
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
EDIFICIO COMPLEMENTARIO

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 4 DE 4

ANEJO Nº6. ESTRUCTURAS

ANEJO Nº6. ESTRUCTURAS

INDICE DE CONTENIDO

1 OBJETO DEL ANEJO 3

2 NORMATIVA 4

2.1 Normativa general 4

2.2 Normas para estructuras metálicas 4

2.3 Normas para estructuras de hormigón 5

2.4 Normas para acciones climáticas y sísmicas 5

2.5 Otras normas de referencia 5

2.6 Criterios de validez 6

3 MATERIALES EMPLEADOS 7

3.1 Estructuras metálicas 7

3.2 Estructuras de hormigón armado 8

4 RECUBRIMIENTOS 9

5 CONDICIONES GEOTÉCNICAS 10

5.1 Zonificación según los sondeos 10

5.2 Nivel freático 10

5.3 Parámetros geotécnicos adoptados 10

6 ACCIONES A CONSIDERAR 12

6.1 Cargas permanentes 12

6.2 Cargas variables y accidentales 12

7 COMBINACIÓN DE ACCIONES 19

7.1 Estados Límite Últimos (ELU) 19

7.2 Estados Límite de Servicio (ELS) 20

8 CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS 21

8.1 Marquesinas del aparcamiento con integración fotovoltaica 21

8.2 Marquesinas del andén 29

8.3 Mesas del parque solar 34

8.4 Edificio Complementario 39
8.5 Edificio de control de accesos 43
8.6 Ampliación de andén existente 48
9 REPARACIÓN DE ANDENES EXISTENTES 56
ANEXO I: CÁLCULO MARQUESINA APARCAMIENTO TIPO 1 58
ANEXO II: CÁLCULO MARQUESINA APARCAMIENTO TIPO 2 59
ANEXO III: CÁLCULO MARQUESINA APARCAMIENTO TIPO 3 60
ANEXO IV: CÁLCULO MARQUESINA APARCAMIENTO TIPO 4 61
ANEXO V: CÁLCULO MARQUESINA ANDÉN NORTE 62
ANEXO VI: CÁLCULO MARQUESINA ANDÉN SUR 63
ANEXO VII: CÁLCULO MESAS PARQUE FOTOVOLTÁICO 64
ANEXO VIII: CÁLCULO EDIFICIO CONTROL DE ACCESO 65
ANEXO IX: CÁLCULO EDIFICIO COMPLEMENTARÍO 66
ANEXO X: AMPLIACIÓN DEL ANDÉN 67
ANEXO XI: ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES 68

1 OBJETO DEL ANEJO

El presente anejo tiene por objeto definir los criterios de cálculo, normativa, materiales, acciones y combinaciones empleadas en el dimensionamiento y comprobación de todas las estructuras incluidas en el Proyecto Constructivo de la Estación de Petra (Mallorca).

El conjunto estructural del proyecto está formado por los siguientes elementos:

- **Marquesinas del aparcamiento fotovoltaico**, constituidas por cuatro alineaciones de pórticos metálicos sobre zapatas aisladas, destinadas a soportar la instalación de módulos solares fotovoltaicos.
- **Marquesinas del andén**, formadas por dos alineaciones de pórticos metálicos a un agua, sin módulos solares, destinadas a la protección de los viajeros.
- **Edificios de control y Edificio complementario**, de estructura metálica con cerramientos ligeros.
- **Ampliación del andén existente**, mediante estructura de hormigón armado adosada al andén actual.
- **Mesas del parque solar**, compuestas por estructuras metálicas tipo biposte hincado, que soportan los módulos fotovoltaicos del campo solar anexo.

El anejo desarrolla de forma unificada las bases de cálculo, normativa de referencia, hipótesis geotécnicas, acciones consideradas (peso propio, viento, nieve, sismo, etc.), y las combinaciones de estados límite, definiendo el marco general de verificación estructural conforme al Código Estructural, el CTE DB-SE, DB-SE-AE, la NCSE-02, y los Eurocódigos 0, 1 y 3.

Los cálculos particulares de cada tipología (marquesinas, edificios, losas y cimentaciones) se desarrollan en los anexos específicos de este documento y en los listados de cálculo mecanizado adjuntos.

2 NORMATIVA

El cálculo estructural de los distintos elementos proyectados se ha realizado conforme a la normativa española vigente y, en los aspectos no cubiertos, con referencia a los Eurocódigos correspondientes.

La siguiente relación recoge las normas empleadas en el dimensionamiento y comprobación de las estructuras incluidas en el proyecto:

2.1 Normativa general

- **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).**
- **Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.** Regula el proyecto, ejecución y control de estructuras de hormigón y de acero en el ámbito nacional.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE)** y sus modificaciones posteriores. Se emplean, en particular, los Documentos Básicos:
  - DB-SE: Seguridad estructural.
  - DB-SE-AE: Acciones en la edificación.
  - DB-SE-A: Estructuras de acero.
  - DB-SE-C: Cimentaciones.

2.2 Normas para estructuras metálicas

- **Código Estructural**, capítulos 60 a 69, relativos a estructuras de acero estructural.
- **UNE-EN 1993 (Eurocódigo 3): Proyecto de estructuras de acero.**
  - Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.
  - Parte 1-8: Diseño de uniones.
  - Parte 1-9: Fatiga.
  - Parte 1-5: Placas delgadas y elementos sometidos a pandeo local.
- **UNE-EN 1991-1-4:** Acciones de viento sobre las estructuras.
- **UNE-EN ISO 1461:** Galvanizado por inmersión en caliente de productos de acero.
- **UNE-EN ISO 12944:** Protección frente a la corrosión de estructuras metálicas mediante recubrimientos protectores (clasificación ambiental C3-C4).

- **UNE-EN 1090-1 y 1090-2:** Ejecución de estructuras de acero; marcado CE de los componentes metálicos.
- **UNE-EN ISO 898-1:** Propiedades mecánicas de la tornillería (clase 8.8 y 10.9).

Estas normas se aplican al dimensionamiento de las **marquesinas del aparcamiento**, las **marquesinas del andén** y las **mesas fotovoltaicas del parque solar**, todas ellas constituidas por acero estructural S275, con uniones y galvanizado en caliente conforme a ISO 1461.

2.3 Normas para estructuras de hormigón

- **Código Estructural**, relativos a estructuras de hormigón armado. Se aplica a las zapatas, losas y elementos de ampliación del andén, así como a los edificios de control y edificio complementario.
- **UNE-EN 1992-1-1 (Eurocódigo 2):** estructuras de hormigón.
- **UNE-EN 206:** Hormigón. Especificación, prestaciones, producción y conformidad.
- **UNE-EN ISO 17660:** Soldadura en acero para armaduras de hormigón.
- **UNE-EN ISO 9001:** Control de calidad en la ejecución y recepción de materiales

2.4 Normas para acciones climáticas y sísmicas

- **CTE DB-SE-AE (2022) — Acciones en la edificación:**
  - Capítulo 3: Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
  - Capítulo 4: Acción del viento.
  - Capítulo 5: Acción de la nieve.
  - Capítulo 7: Acción térmica.
- **Norma NCSE-02, de Construcción Sismorresistente (**BOE nº 244 de 11/10/2002). Se aplica al conjunto del proyecto, con los parámetros sísmicos correspondientes a Petra (Mallorca):

2.5 Otras normas de referencia

- **Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial** del Ministerio de Fomento, para el diseño de sistemas de evacuación de pluviales asociados a las losas y cubiertas.
- **UNE-EN 1990 (Eurocódigo 0):** Bases de cálculo de estructuras.
- **UNE-EN 1991-1-1 a 1-7:** Acciones sobre estructuras (peso propio, viento, nieve, impacto, temperatura).

- **Real Decreto 1627/1997**, de disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, para las condiciones de acceso, mantenimiento y protección de los usuarios de marquesinas y cubiertas.

2.6 Criterios de validez

Todos los cálculos se han desarrollado mediante programas informáticos (CYPE 3D, CYPECAD, GENERADOR DE PÓRTICOS y módulos complementarios de cálculo de pandeo, uniones y cimentaciones), cuyas metodologías se ajustan a las normas citadas. Los listados de verificación, comprobaciones de barras, uniones y cimentaciones se adjuntan como anexos a este documento.

3 MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales empleados en las distintas estructuras del proyecto se ajustan a lo establecido en el Código Estructural, garantizando el cumplimiento de las exigencias de resistencia, durabilidad y control de calidad previstas en su articulado.

A continuación, se detallan los materiales adoptados en función de la tipología estructural:

3.1 Estructuras metálicas

Las estructuras metálicas del proyecto comprenden las marquesinas del aparcamiento fotovoltaico, las marquesinas del andén, las mesas fotovoltaicas del parque solar y las estructuras principales de los edificios de control y complementario.

3.1.1 Marquesinas del aparcamiento fotovoltaico y del andén

- **Tipo de acero:**
  - S275JR: acero estructural laminado en caliente, conforme a UNE-EN 10025-2, utilizado en los elementos principales (pilares, vigas, pórticos y arriostramientos).
  - S235JR: acero conformado en frío, conforme a UNE-EN 10346, utilizado en correas, chapas y elementos secundarios.
- **Uniones atornilladas:** tornillería calidad 8.8, conforme a UNE-EN ISO 898-1, con tuercas y arandelas tipo DIN 934 y 125-A. Las uniones se han diseñado de acuerdo con EN 1993-1-8, verificando los estados límite de tracción, cortante y aplastamiento.
- **Protección anticorrosiva:** galvanizado por inmersión en caliente conforme a UNE-EN ISO 1461, con espesor medio ≥ 85 µm, apto para ambientes C4 según UNE-EN ISO 12944. En zonas de corte o soldadura se aplicará pintura de retoque con zinc rico, espesor ≥ 100 µm.

3.1.2 Mesas fotovoltaicas del parque solar

- **Modelo:** estructura tipo biposte hincado
- **Acero base:** S350GD con límite elástico f ≈ 350 MPa y recubrimiento metálico zinc-magnesio conforme a EN 10346.
- **Tornillería:** calidad 8.8 galvanizada.
- **Protección anticorrosiva:** garantizada por el fabricante durante 25 años en ambiente C4.
- **Ensayos de verificación:** resistencia a tracción y carga lateral comprobadas mediante Pull Out Test con cargas de diseño.

3.2 Estructuras de hormigón armado

Las cimentaciones de las estructuras metálicas se resuelven mediante zapatas aisladas de hormigón armado, unidas mediante vigas de atado donde es necesario.

- **Hormigón:** HA-30/B/20, conforme al Código Estructural y UNE-EN 206, con consistencia plástica y árido máximo 20 mm. Resistencia característica: fk = 30 MPa.
- **Clase de exposición ambiental:**
  - XC2: elementos en contacto con el terreno o con humedad ocasional . Según el informe geotécnico Exp. 2167/09, el terreno es margoso con nivel freático a 1 m y sin agresividad por sulfatos (34 mg/kg), por lo que XC2 es la clase predominante y no se requieren cementos sulforresistentes.
- **Tipo de cemento:** CEM II/A-L 32,5 N o CEM IV/B(V) 32,5 N (MR), con relación a/c ≤ 0,50, adecuados para ambientes de agresividad débil a media.
- **Acero de armaduras:** B500S, conforme a UNE 36065, fy = 500 MPa.

4 RECUBRIMIENTOS

El recubrimiento del hormigón se define como la distancia entre la superficie exterior de la armadura y la superficie de hormigón más próxima, medida perpendicularmente al paramento. Su función principal es garantizar la durabilidad y la protección de las armaduras frente a la corrosión y al fuego, así como asegurar una adecuada transmisión de esfuerzos entre el acero y el hormigón.

De acuerdo con lo indicado en el Artículo 44.2.1 del Código Estructural, los recubrimientos mínimos se determinan en función de la clase de exposición ambiental, del tipo de elemento y de las condiciones de ejecución.

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

Donde

- r_{min} es el recubrimiento mínimo. De acuerdo con lo indicado en el artículo 95 para clases de exposición Qb.
- Δr es el margen de recubrimiento, que en caso de elementos ejecutados in situ con un control de ejecución intensivo.

Clase de exposición	r_{min} (mm)	Δr (mm)	r_{nom} (mm)
XC2	35	10	45

5 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

5.1 Zonificación según los sondeos

El reconocimiento geotécnico realizado en la Estación de Petra permite diferenciar dos sectores principales en función de la litología observada en los sondeos ejecutados:

- **Sondeo S2 (zona norte, placas fotovoltaicas):** se reconoce una capa superficial de terreno vegetal de aproximadamente 0,5 m de espesor, bajo la cual aparece un estrato de arenas arcillosas hasta 1,9 m de profundidad. A partir de esa cota se desarrolla el sustrato de margas arcillosas, que se prolonga en profundidad sin ser agotado por los sondeos.
- **Sondeo S1 (zona sur, edificios, marquesinas y aparcamiento):** bajo la capa superficial de asfalto y rellenos, de escaso espesor y sin interés geotécnico, se desarrolla directamente un estrato de arcillas margosas, que constituye el terreno de apoyo en esta zona.

5.2 Nivel freático

El nivel freático fue detectado en los reconocimientos de 2009 y 2024 entre 1,0 y 1,3 m de profundidad respecto a la superficie natural. El informe geotécnico señala que, al encontrarse las cimentaciones por debajo de este nivel, el sustrato margoso se mantiene permanentemente saturado, de manera que no se producen variaciones de humedad. Esta condición asegura que los materiales de cimentación no presenten riesgos de expansividad ni de colapso por humectación, garantizando un comportamiento estable a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

5.3 Parámetros geotécnicos adoptados

Arenas arcillosas (zona norte, S2 hasta 1,9 m):

- **Peso específico (γ):** 19 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 28°
- **Cohesión efectiva (c'):** 5 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 35 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 4,8 kp/cm³ (≈ 47 MN/m³)
- **Tensión admisible para zapatas (profundidad 1,3 m):** 0,13 MPa (≈ 130 kN/m²)

Margas arcillosas (zona sur, S1 y bajo arenas en S2):

- **Peso específico (γ):** 20–21 kN/m³
- **Ángulo de rozamiento efectivo (φ'):** 22–26°

- **Cohesión efectiva (c'):** 15–20 kPa
- **Cohesión no drenada (cu):** 45–70 kPa
- **Coeficiente de balasto (k):** 8,0 kp/cm³ (≈ 78 MN/m³)
- **Tensiones admisibles**
    - Zapatas: 1,4 kp/cm² (≈ 0,14 MPa).

A continuación se muestra una figura con un resumen del corte geológico de la zona de estudio.

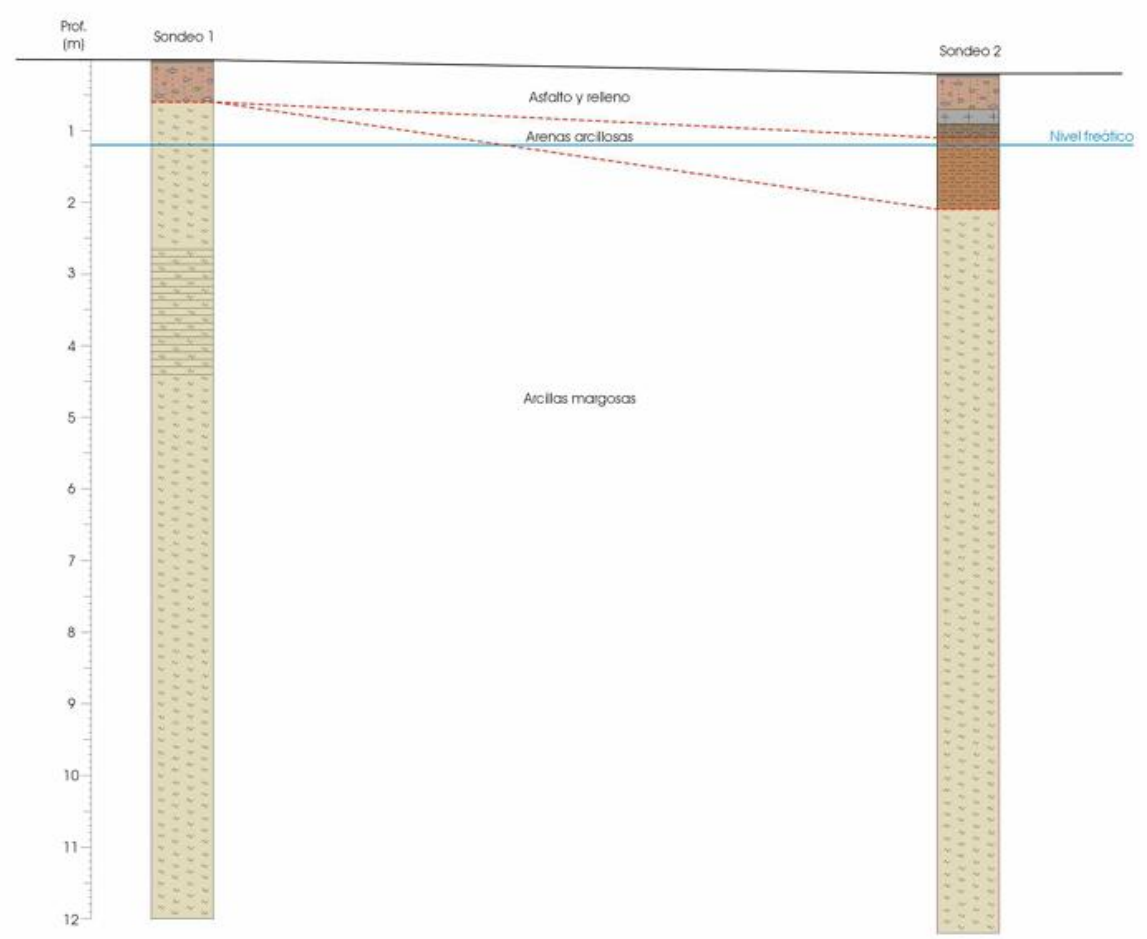


Ilustración 1. Corte geológico de la zona de estudio.

6 ACCIONES A CONSIDERAR

El dimensionamiento estructural se ha realizado considerando las acciones permanentes, variables y accidentales de acuerdo con los criterios establecidos en el CTE DB-SE-AE (“Acciones en la Edificación”) y en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 para la acción sísmica.

En todos los casos se han aplicado los coeficientes parciales de seguridad y de simultaneidad (ψ) definidos en dichas normas, atendiendo a las situaciones de proyecto: persistentes, transitorias y accidentales.

6.1 Cargas permanentes

Las acciones permanentes incluyen el peso propio de los elementos estructurales y los elementos no estructurales fijos. El cálculo considera los pesos propios a partir de la densidad de los materiales empleados:

Material	Densidad γ
Acero estructural	78,5 kN/m³
Hormigón armado	25,0 kN/m³
Módulos fotovoltaicos + estructura secundaria	0,45 kN/m²
Cubierta	0,15 kN/m²
Acabados, instalaciones fijas y canalones	0,10 kN/m²

6.2 Cargas variables y accidentales

Las acciones variables y accidentales son aquellas que pueden actuar de forma no permanente sobre la estructura y cuya magnitud o posición varía a lo largo del tiempo.

Se han considerado conforme a los criterios establecidos en el CTE DB-SE-AE (“Acciones en la Edificación”, capítulos 3 a 6) y, para la acción sísmica, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

Estas acciones comprenden los efectos derivados del uso de la edificación y de las instalaciones, las acciones climáticas (viento, nieve y temperatura) y las acciones accidentales como impacto o sismo.

Los valores característicos y combinaciones se han determinado atendiendo a:

- La **categoría de uso** de cada zona (cubiertas, andenes, locales técnicos, etc.).

- La **ubicación geográfica** del emplazamiento (Petra, Mallorca).
- La **altura de la estructura** y su **exposición al viento**.
- Las **condiciones climáticas locales** y la **altitud del terreno** (120 m s.n.m.).
- El **tipo de cimentación** y la respuesta dinámica esperada.

Las acciones variables se consideran con sus valores característicos q_k (en kN/m² o kN/m) y se combinan mediante los coeficientes de simultaneidad ψ definidos en la Tabla 3.2 del CTE DB-SE, mientras que las acciones accidentales (impacto o sismo) se aplican de forma aislada o con valores reducidos de acompañamiento.

En los apartados siguientes se detallan las acciones adoptadas para cada tipo de estructura del proyecto: sobrecarga de uso, viento, nieve, sismo y accidente de tráfico, incluyendo sus parámetros normativos, valores característicos y criterios de aplicación en el modelo de cálculo.

6.2.1 Sobrecarga de uso

Las sobrecargas de uso representan las acciones variables debidas a la ocupación o utilización prevista de los diferentes espacios de la estación. Se consideran de acuerdo con lo establecido en el CTE DB-SE-AE, Capítulo 3, distinguiendo las distintas categorías de uso según la naturaleza de la zona y su función.

Estas cargas se aplican como acciones verticales uniformemente repartidas (qk, en kN/m²) o lineales horizontales (en barandillas y cerramientos), y su magnitud depende del tipo de tránsito, afluencia de público y posible acumulación de personas o equipos.

En el proyecto de la Estación de Petra se distinguen los siguientes ámbitos y categorías de uso:

Elemento / Zona	Categoría de uso (CTE DB-SE-AE)	Descripción del uso	Sobrecarga característica qk (kN/m²)
Cubiertas	H (Cubiertas no accesibles)	Mantenimiento ocasional	0,40
Losas y andenes descubiertos	C5 (Zonas peatonales y de aglomeración pública)	Paso de personas y acumulación temporal	5,00

6.2.2 Acción viento

La acción del viento sobre las estructuras se ha evaluado conforme a lo dispuesto en el CTE DB-SE-AE, Apéndice D, considerando las características climáticas y topográficas del emplazamiento de Petra (Mallorca).

El viento se trata como una acción variable de tipo dinámico, que genera presiones y succiones sobre las superficies expuestas en función de la velocidad básica, la rugosidad del terreno, la altura de la estructura y la geometría del elemento considerado.

El viento constituye una de las acciones de mayor relevancia en las estructuras ligeras del proyecto, especialmente en las marquesinas y mesas solares, donde su efecto de succión puede superar las cargas gravitatorias. En el cálculo estructural se han aplicado presiones y succiones simultáneamente sobre los paños opuestos para obtener los esfuerzos máximos en pilares, vigas y anclajes.

Las verificaciones muestran que las estructuras proyectadas mantienen la estabilidad frente a vuelco y deslizamiento, y que las cimentaciones poseen capacidad suficiente para absorber las reacciones de tracción inducidas por el viento extremo en de Mallorca.

6.2.2.1 Parámetros generales de cálculo

De acuerdo con el mapa eólico incluido en el CTE, la estación de Petra se sitúa en zona C, con una velocidad básica de referencia vb = 29 m/s y un periodo de retorno de 50 años. El entorno de la estación corresponde a un terreno rural suavemente accidentado con edificaciones dispersas, que se clasifica como aspereza de tipo III, con rugosidad $z_0 \approx 0{,}30$ m. Las estructuras analizadas (marquesinas, edificios de control y complementario, andenes y mesas fotovoltaicas) con un coeficiente de exposición entre 1,0 y 1,6.



Ilustración 2. Valor básico de la velocidad del viento, Vb.

Sobre esta presión dinámica se aplican los coeficientes de exposición y de forma propios de cada elemento para obtener la presión de cálculo del viento.

6.2.2.2 Criterios aplicados a las diferentes estructuras

En las marquesinas del aparcamiento fotovoltaico y en las mesas solares del parque, el viento actúa perpendicularmente al plano inclinado de los módulos, generando presiones sobre el paramento de barlovento y succiones en sotavento.

Para las cubiertas a un agua con pendiente de 5° (marquesinas) o 20° (mesas solares), se han adoptado coeficientes de presión externa Ce comprendidos entre +0,8 y –0,8, de acuerdo con las Tablas D.5 y D.6 del CTE.

El viento provoca en estos casos un momento de vuelco significativo en los pórticos metálicos y esfuerzos de tracción en las zapatas de anclaje, que se han tenido en cuenta en el dimensionado de las cimentaciones.

En las marquesinas del andén, de cubierta prácticamente plana, el efecto es similar, aunque el área expuesta es menor y el viento se disipa parcialmente por la permeabilidad del conjunto.

En los edificios de control y complementario, de planta baja y estructura metálica cerrada, el viento se aplica sobre las fachadas y cubierta a través de los coeficientes correspondientes a edificios prismáticos, sin embargo se ha tenido en cuenta la succión provocada por el porche del edificio de control y la provocada en la zona de cafetería debido a la apertura del cerramiento de cristal, para la demás situaciones se ha aplicado presión en barlovento y la succión en sotavento, comprobando el efecto de torsión sobre la estructura.

En los andenes descubiertos y zonas peatonales exteriores, el viento se limita principalmente a la acción sobre barandillas y cerramientos ligeros, conforme al apartado 3.4.1 del CTE DB-SE-AE.

6.2.2.3 Dirección y combinaciones

Se han considerado las cuatro direcciones principales de incidencia (±X, ±Y), aplicando el caso más desfavorable en cada elemento estructural.

Los efectos del viento se combinan con las demás acciones conforme a lo establecido en el CTE DB-SE, utilizando los coeficientes de simultaneidad ψ siguientes: ψ_0 = 0,6 para ELU, ψ_1 = 0,2 para ELS frecuente y ψ_2 = 0 para ELS cuasi permanente.

6.2.3 Acción nieve

La acción de la nieve se ha determinado de acuerdo con lo establecido en el CTE DB-SE-AE, Apéndice E, considerando las condiciones climáticas propias del emplazamiento de Petra (Mallorca), situado en el interior de la isla, a una altitud aproximada de 120 m sobre el nivel del mar.

En esta localización, la frecuencia de nevadas es muy reducida y la acumulación de nieve significativa solo puede producirse de forma excepcional, por lo que la acción se considera de escasa influencia estructural.
No obstante, y con el fin de garantizar la durabilidad y seguridad en condiciones extremas, se adopta el valor normativo correspondiente a la zona nival 5, definida para la isla de Mallorca en el mapa de cargas del CTE.

El peso de la nieve sobre el suelo, expresado en kN/m², se obtiene mediante la expresión:

$$s_k = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{k,0}$$

En las marquesinas del aparcamiento y las marquesinas del andén, la acción de nieve se aplica sobre la proyección horizontal de la cubierta como carga uniformemente repartida.
La pendiente de los paños (aproximadamente 5° en marquesinas y 20° en mesas solares) favorece el deslizamiento natural de la nieve, por lo que no se produce acumulación apreciable. En consecuencia, el valor calculado se considera suficiente y no se aplican incrementos por acumulación local.

En las mesas fotovoltaicas del parque solar, la inclinación de 20° y la disposición en alineaciones separadas aseguran una evacuación rápida de la nieve, por lo que su efecto se limita al incremento de carga vertical estática y no afecta a la estabilidad global del sistema.

Para los andenes y losas exteriores descubiertas, el CTE no exige la consideración de la acción de nieve de forma directa, ya que se trata de superficies destinadas al tránsito y sin posibilidad de acumulación significativa, en estos casos el efecto del peso de la nieve se encuentra ya englobado en las sobrecargas de uso peatonal.

Aunque la carga de nieve en Mallorca es muy reducida, su inclusión resulta necesaria para garantizar la validez normativa del cálculo y contemplar posibles episodios excepcionales de acumulación.

6.2.4 Acción Sísmica

La isla de Mallorca se sitúa en el dominio estructural de las Baleares, constituido por un conjunto de materiales mesozoicos y cenozoicos deformados durante la orogenia alpina. En este contexto, la Depresión Central donde se emplaza Petra corresponde a un bloque tectónicamente hundido entre las sierras de Tramuntana y Llevant, limitado por estructuras de dirección aproximada NE-SO.

Mallorca se encuentra alejada de las zonas de contacto directo entre las placas Africana y Euroasiática, por lo que su sismicidad es baja en comparación con el sureste peninsular. La aceleración sísmica básica establecida por la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 para la isla es ab = 0,04 g, lo que sitúa la región en una de las categorías de menor peligrosidad sísmica de España.

La actividad sísmica registrada en las Baleares corresponde mayoritariamente a terremotos superficiales (hipocentro < 70 km) de baja magnitud, asociados a reajustes corticales y a la reactivación

ocasional de fracturas menores heredadas de la deformación alpina. No se han identificado fallas activas de gran entidad en el entorno inmediato de Petra.

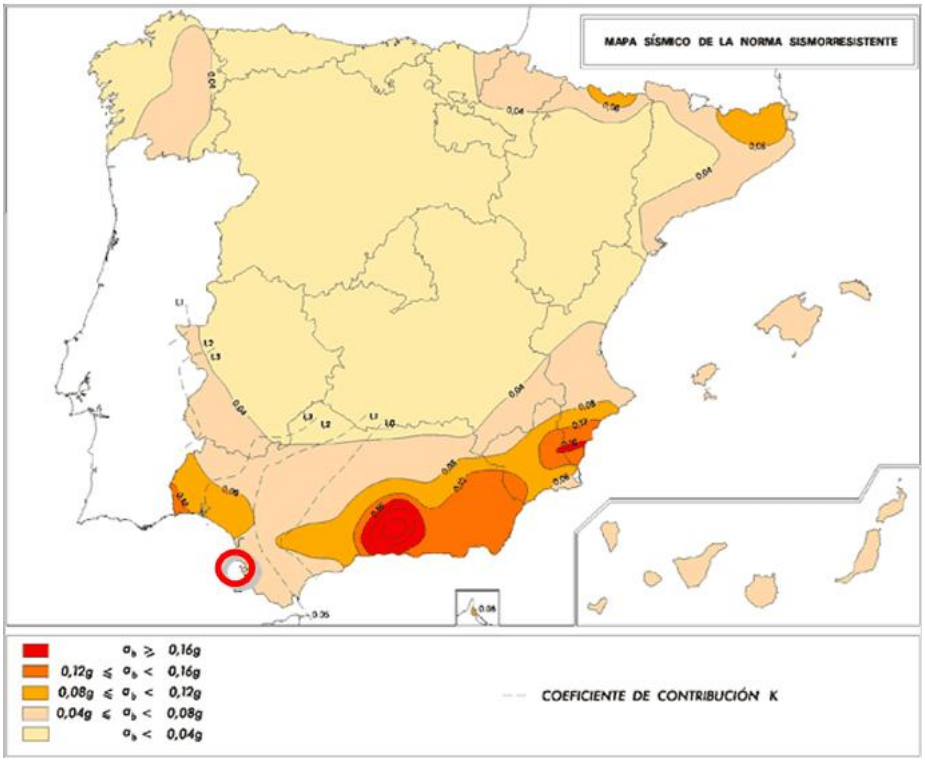


Ilustración 3. Mapa riesgo sísmico NCSR 02

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), la isla de Mallorca se encuentra en zona de baja peligrosidad sísmica. Para el término municipal de Petra se adopta:

- Aceleración sísmica básica (TR = 500 años): ab=0,04 g.
- Coeficiente de contribución: K=1,0.
- Coeficiente de riesgo (construcción de importancia normal): ρ=1

El coeficiente del terreno C se evalúa en función de los 30 m superiores. En el emplazamiento dominan margas competentes con intercalaciones arenosas, asimilables a Terreno Tipo II, por lo que se adopta C=1,30 como hipótesis inicial.

El coeficiente de amplificación del terreno S se obtiene en función de C y de ρ·ab. Dado que ρ·ab = 0,04 g ≤ 0,1 g, corresponde a S=1,04

La aceleración sísmica de cálculo resulta:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab = 0,0416g \approx 0,042g$$

6.2.5 Accidente Tráfico

La acción accidental de tráfico se considera en las marquesinas del aparcamiento fotovoltaico, donde existe la posibilidad de que los vehículos, durante las maniobras de estacionamiento, impacten de forma accidental contra los pilares metálicos de las estructuras. Esta acción tiene carácter accidental y su objetivo es garantizar la integridad estructural frente a posibles colisiones leves, evitando daños en los elementos portantes o pérdida de estabilidad del conjunto.

De acuerdo con lo establecido en el CTE DB-SE-AE, apartado 3.9 (“Impactos y choques”), se adoptan las siguientes cargas horizontales de impacto aplicadas sobre cada uno de los postes de las marquesinas:

- Carga frontal: 50 kN aplicada a una altura de 0,6 m sobre el nivel del pavimento.
- Carga lateral: 25 kN aplicada igualmente a 0,6 m de altura sobre el nivel del pavimento.

Estas cargas representan el efecto del impacto de un vehículo de turismo en maniobra de aparcamiento y deben aplicarse individualmente, es decir, no pueden considerarse simultáneamente. Se ensayan ambas hipótesis por separado para verificar la resistencia y estabilidad de los pilares frente a cada tipo de solicitación.

El punto de aplicación de la carga se sitúa en el eje del poste, en dirección perpendicular al mismo, y se aplica como fuerza estática equivalente en el modelo de cálculo. La acción frontal (50 kN) se considera paralela al eje longitudinal de la plaza de aparcamiento, mientras que la acción lateral (25 kN) actúa perpendicularmente a la dirección de acceso del vehículo.

Estas solicitaciones se transmiten a través del sistema estructural de la marquesina hacia las cimentaciones, generando esfuerzos de flexión y cortante en los pilares y solicitaciones de tracción en las zapatas de anclaje. Las zapatas se han dimensionado para absorber dichas acciones accidentales sin superar los límites de tensión del terreno ni producir deslizamientos, garantizando la estabilidad de la estructura incluso en caso de impacto aislado.

De este modo, se asegura que las marquesinas del aparcamiento fotovoltaico resistan los posibles impactos de vehículos durante las maniobras de estacionamiento, cumpliendo las exigencias de seguridad estructural y de uso establecidas por el CTE DB-SE-AE.

7 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones de acciones adoptadas para el dimensionamiento estructural se han establecido de acuerdo con el CTE DB-SE (Capítulo 4) y la NCSE-02 en lo relativo a la acción sísmica. Se consideran las situaciones de proyecto persistentes, transitorias y accidentales, aplicando los coeficientes parciales de seguridad (γ) y de simultaneidad (ψ) definidos normativamente.

El cálculo de esfuerzos y deformaciones se realiza para los Estados Límite Últimos (ELU) —resistencia, estabilidad y equilibrio— y los Estados Límite de Servicio (ELS) —deformaciones, fisuración y vibraciones—, verificando que las solicitaciones máximas no superen las resistencias de cálculo ni los límites admisibles de deformación.

7.1 Estados Límite Últimos (ELU)

Las combinaciones de acciones se expresan según la formulación general del CTE DB-SE:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

De acuerdo con el CTE DB-SE-AE y las prácticas habituales de cálculo estructural, se han adoptado los siguientes coeficientes:

- γG= 1,35 para acciones permanentes favorecedoras o desfavorables.
- γQ = 1,50 para acciones variables principales (sobrecarga, viento o nieve).
- ψ0 = 0,70 para sobrecargas de uso.
- ψ0= 0,60 para viento.
- ψ0= 0,60 para nieve.

En la situación sísmica (ELU-Sismo), las combinaciones se establecen según la NCSE-02, tomando:

- Con coeficientes de combinación

-

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_E}A_E+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_E}A_E+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

Donde E representa la acción sísmica equivalente obtenida del análisis modal-espectral, y ψE= 0,50 para las sobrecargas y la nieve. El coeficiente parcial de seguridad para el sismo es γE = 1,0.

En la situación accidental (impacto de vehículo o rotura puntual), las combinaciones se expresan como:

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\gamma_{Q1}\psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

7.2 Estados Límite de Servicio (ELS)

En los ELS se comprueba que las deformaciones, tensiones y vibraciones de los elementos estructurales no superen los límites admisibles establecidos en el CTE y el Código Estructural.

Se consideran las siguientes combinaciones:

- **Combinación característica:**
$$G_k + Q_{1,k} + \sum \psi_{0,i} Q_{i,k}$$
- **Combinación frecuente:**
$$G_k + \sum \psi_{1,i} Q_{i,k}$$
- **Combinación cuasi-permanente:**
$$G_k + \sum \psi_{2,i} Q_{i,k}$$

Los coeficientes ψ_1 y ψ_2 aplicados a las acciones variables se extraen de la Tabla 3.2 del CTE DB-SE-AE y son los siguientes:

Acción variable	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	0,5	0,3
Viento	0,2	0,0
Nieve	0,2	0,0

Las combinaciones anteriores aseguran que todas las estructuras —marquesinas, andenes, edificios y mesas solares— se verifican frente a los distintos estados límite, cumpliendo con los criterios de seguridad estructural, estabilidad global y funcionalidad definidos en el CTE DB-SE y la NCSE-02.

8 CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS

En el presente apartado se desarrollan los cálculos estructurales de los distintos elementos que forman parte del proyecto, todos ellos modelados y verificados mediante el programa CYPE 3D, complementado con los módulos de CYPECAD para los casos específicos de estructuras metálicas y cimentaciones de hormigón. El análisis se ha realizado conforme al Código Estructural, el CTE DB-SE y los Eurocódigos estructurales aplicables, considerando las combinaciones de acciones descritas en el apartado anterior.

El objeto de este capítulo es definir y justificar los resultados obtenidos en el cálculo estructural, indicando los criterios de modelización, condiciones de apoyo, acciones aplicadas, comprobaciones efectuadas y resumen de resultados de cada tipología constructiva.

Los elementos que se desarrollan en los siguientes apartados son los siguientes:

- Marquesinas del aparcamiento con integración fotovoltaica.
- Marquesinas del andén.
- Edificios de control y complementario.
- Estructura de ampliación del andén existente
- Estructuras soporte de las mesas del parque solar.

Cada uno de estos sistemas estructurales ha sido analizado de forma independiente, reproduciendo las condiciones reales de apoyo, vinculación y cargas según su ubicación dentro del conjunto de la estación.

8.1 Marquesinas del aparcamiento con integración fotovoltaica.

El aparcamiento se cubre mediante un conjunto de cuatro alineaciones de marquesinas metálicas orientadas al Sur, lo que permite optimizar el aprovechamiento solar de los módulos fotovoltaicos instalados sobre su cubierta.

Las tres primeras alineaciones, situadas en el lado oeste de la parcela, son marquesinas dobles tipo 1, formadas por un pilar central que sostiene dos paños de cubierta inclinados a una sola agua, uno a cada lado. La cuarta alineación, situada en el extremo este, corresponde a una marquesina simple tipo 2, con un único vuelo de cubierta sobre una fila de aparcamientos.

Todas las estructuras mantienen una pendiente aproximada de 5° hacia el sur, una modulación entre pórticos de 7,50 m, y se apoyan sobre zapatas aisladas de hormigón armado. La orientación, inclinación

y modulación han sido definidas para equilibrar el rendimiento energético de los módulos fotovoltaicos con la estabilidad estructural y la integración arquitectónica del conjunto.

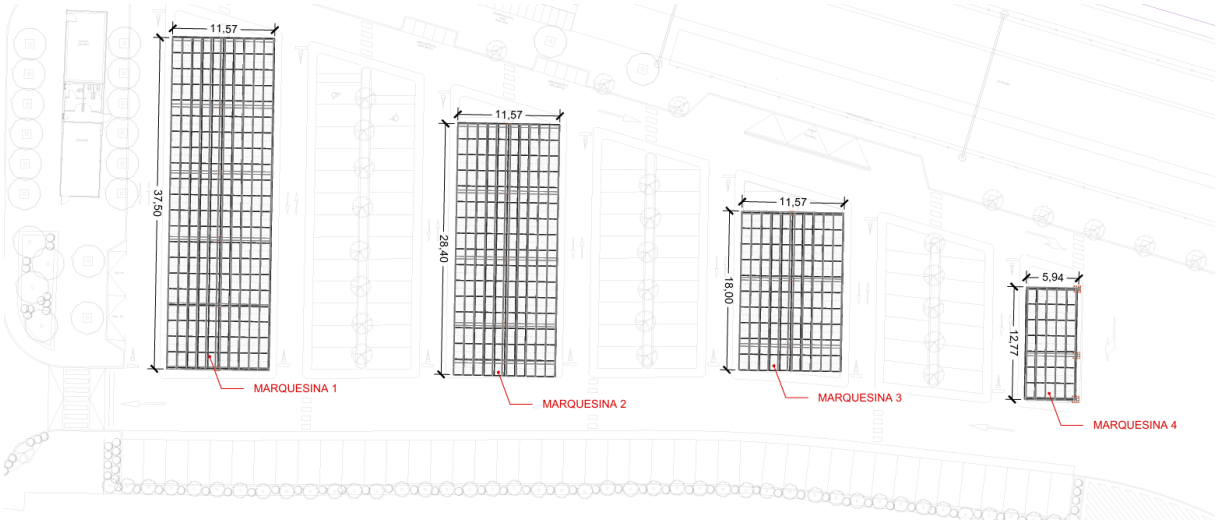


Ilustración 4. Planta de la zona de estudio: Sección Tipo 1 (Marquesina 1,2 y 3) y Sección Tipo 2 (Marquesina 4)

Sección Tipo 1

Las marquesinas tipo 1 constituyen las estructuras de mayor desarrollo en planta, destinadas a cubrir dos hileras de aparcamientos enfrentadas mediante un solo pórtico central. Cada alineación está compuesta por una serie de pórticos metálicos separados 7,50 m entre sí salvo el último vano, lo que permite una distribución regular y compatible con la disposición de las plazas de aparcamiento.

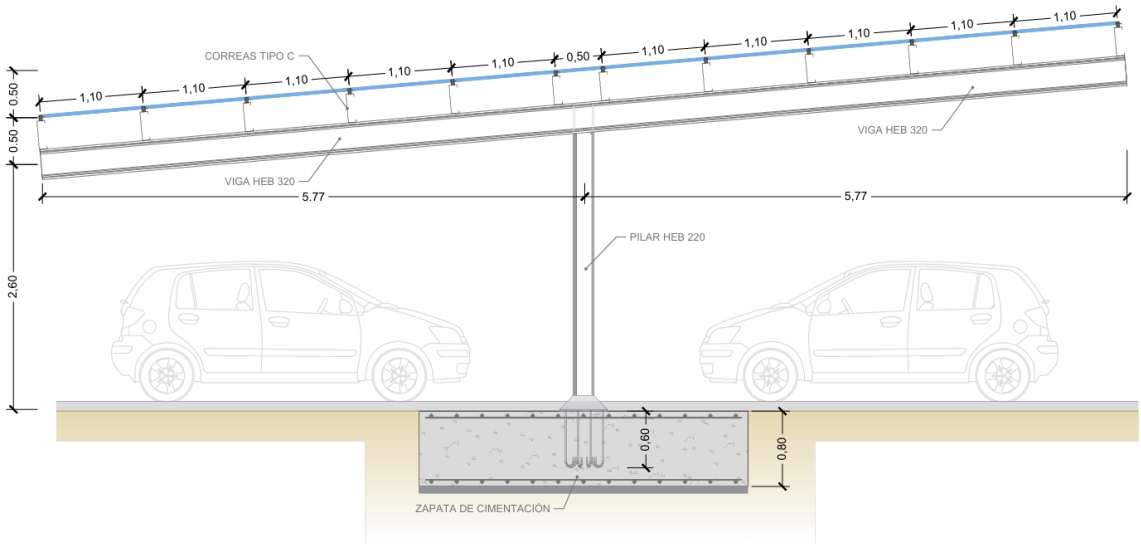


Ilustración 5. Sección tipo 1

Cada pórtico está formado por un pilar central de perfil HEB 220 y dos vigas principales HEB 320, ambas de acero S275JR, dispuestas simétricamente a una sola agua. El acero empleado cumple la

norma UNE-EN 10025-2, garantizando la resistencia y ductilidad necesarias en estructuras expuestas a la intemperie.

Las vigas principales, de 5,77 m de longitud desde el eje del pilar hasta el borde exterior de la cubierta, conforman dos paños inclinados que alcanzan un ancho total aproximado de 11,5 m entre bordes de alero.

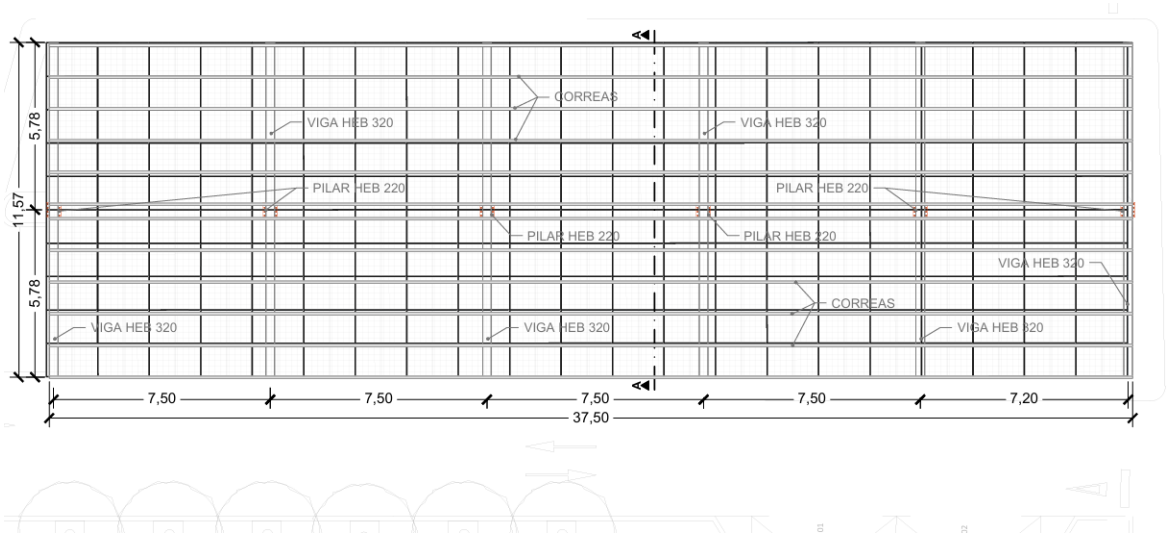


Ilustración 6. Pórticos y correas (Marquesina 1)

Sobre las vigas se disponen correas tipo “C” de acero S235JR, conformadas en frío y fijadas perpendicularmente mediante tornillería autotaladrante. Estas correas transmiten su peso propio, el de los módulos fotovoltaicos y las acciones climáticas. Sobre ellas se instalan los rieles de anclaje de los módulos FV, con tornillería galvanizada y clips de sujeción, conformando un conjunto estructural ligero, rígido y eficiente.

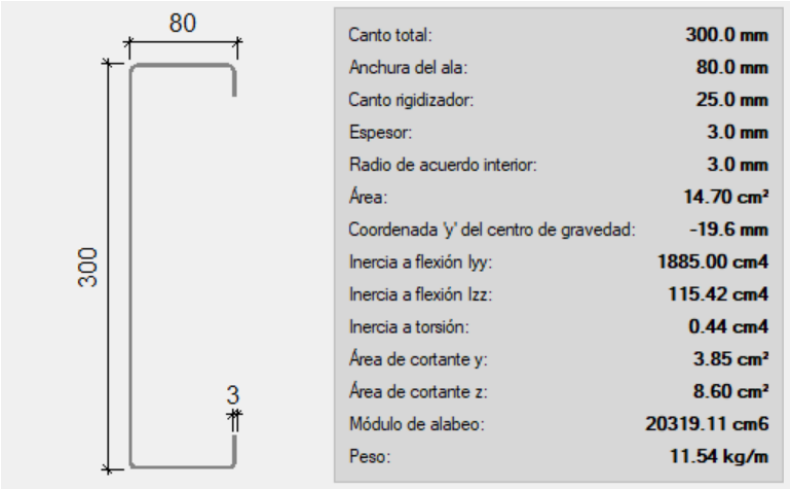


Ilustración 7. Propiedades correas marquesinas aparcamiento

Los aleros se prolongan 0,50 m en los extremos superior e inferior de la cubierta, favoreciendo la evacuación del agua de lluvia y evitando el goteo sobre las zonas de tránsito. La pendiente de 5° hacia el sur se ha definido para optimizar la captación solar y garantizar el drenaje natural del agua sin necesidad de canalones.

En cuanto a las cotas verticales, las marquesinas presentan un gálibo libre de 2,50 m en el borde bajo y una altura máxima aproximada de 3,50 m en el eje de la viga, asegurando la accesibilidad de los vehículos y una adecuada ventilación del conjunto.

Cada pórtico se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, situada a 10 cm por debajo de la cota de coronación del pavimento. Las zapatas, de planta rectangular centrada y canto de 0,80 m, presentan dimensiones variables según las solicitaciones de cada apoyo. La cimentación se ha diseñado para una clase de exposición XC2, conforme al Código Estructural, y se ejecuta con una pendiente superficial del 1° hacia el exterior, favoreciendo el drenaje y evitando encharcamientos en torno al arranque del pilar metálico.

Cada pilar se fija mediante una placa base de acero S275JR, anclada al hormigón mediante pernos tipo A-4t embebidos y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa y la superficie de la zapata se dispone una capa de nivelación de mortero, que garantiza la correcta planitud y el reparto uniforme de esfuerzos entre ambos elementos.

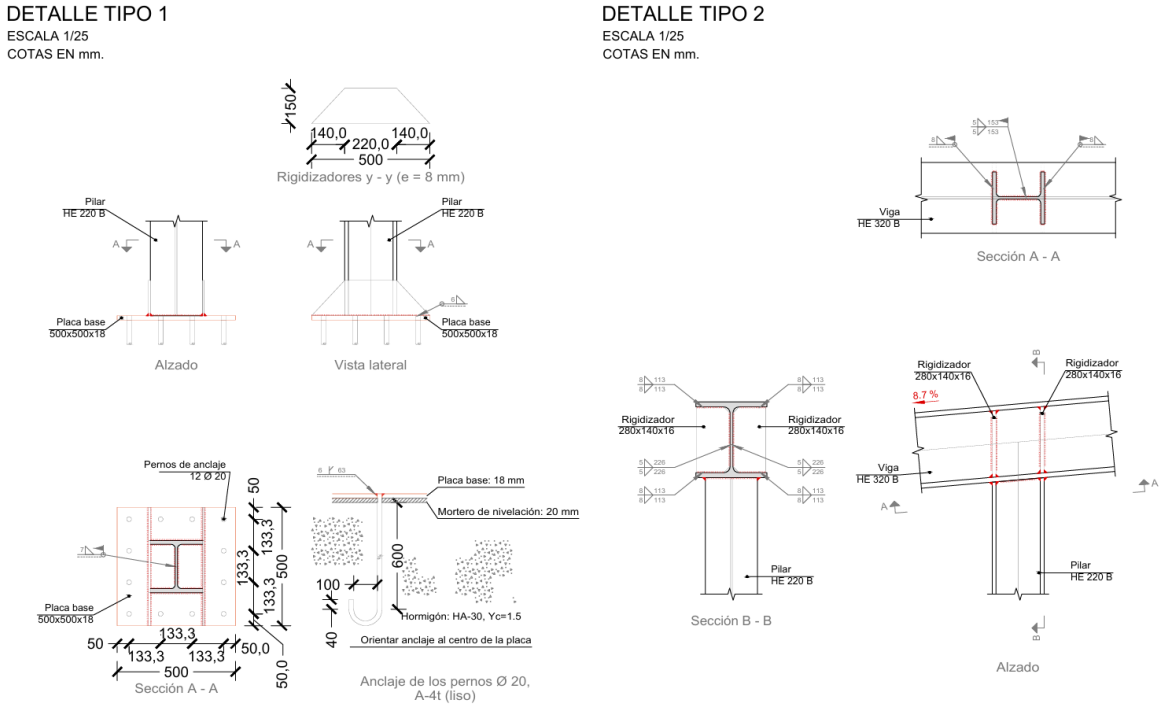


Ilustración 8. Detalle uniones y placa de anclaje

Las verificaciones realizadas confirman que las tensiones de contacto no superan los 0,14 MPa y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento cumplen las exigencias normativas.

De este modo, la estructura constituye un sistema resistente estable, rígido y eficiente, adecuado para la instalación de módulos fotovoltaicos en un entorno abierto y de exposición directa al viento.

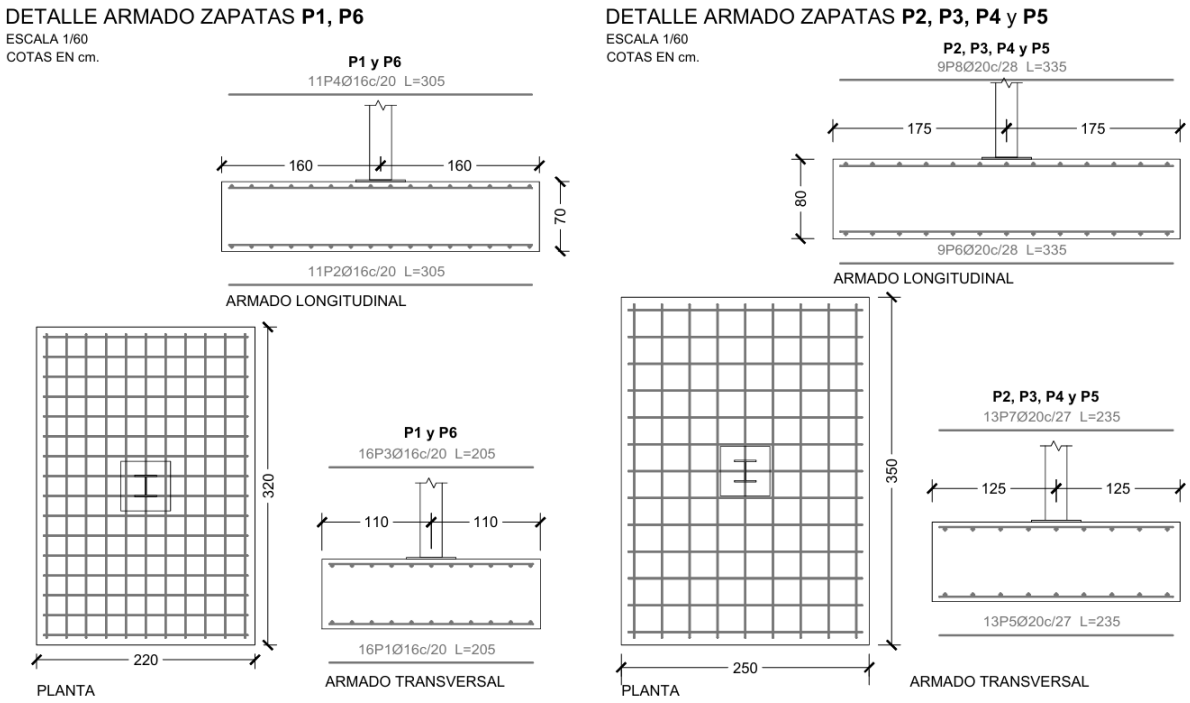


Ilustración 9. Detalle armado zapatas (marquesina 1)

Sección Tipo 2

La marquesina tipo 2 se localiza en el extremo este del aparcamiento y cubre una única hilera de plazas. Su configuración estructural responde a una solución a una sola agua, con el vuelo orientado hacia el sur para maximizar la captación fotovoltaica y garantizar la evacuación del agua de lluvia. La alineación está compuesta por pórticos metálicos separados 7,50 m entre sí, con pilares centrados sobre zapatas aisladas.

Cada pórtico está constituido por un pilar HEB 220 B y una viga principal HEB 320 B, ambos de acero S275JR, conformando un sistema portante isostático. La viga tiene una longitud de 5,79 m desde el eje del pilar hasta el borde exterior de cubierta, con una pendiente de 5° hacia el sur. El conjunto se completa con una cartela triangular de refuerzo, ejecutada con ½ perfil HEB 220 B, situada bajo la viga en el arranque del pilar. Esta cartela reduce los esfuerzos de cortante y momento negativo, mejorando la rigidez local del nudo frente a las cargas combinadas de viento y peso propio.

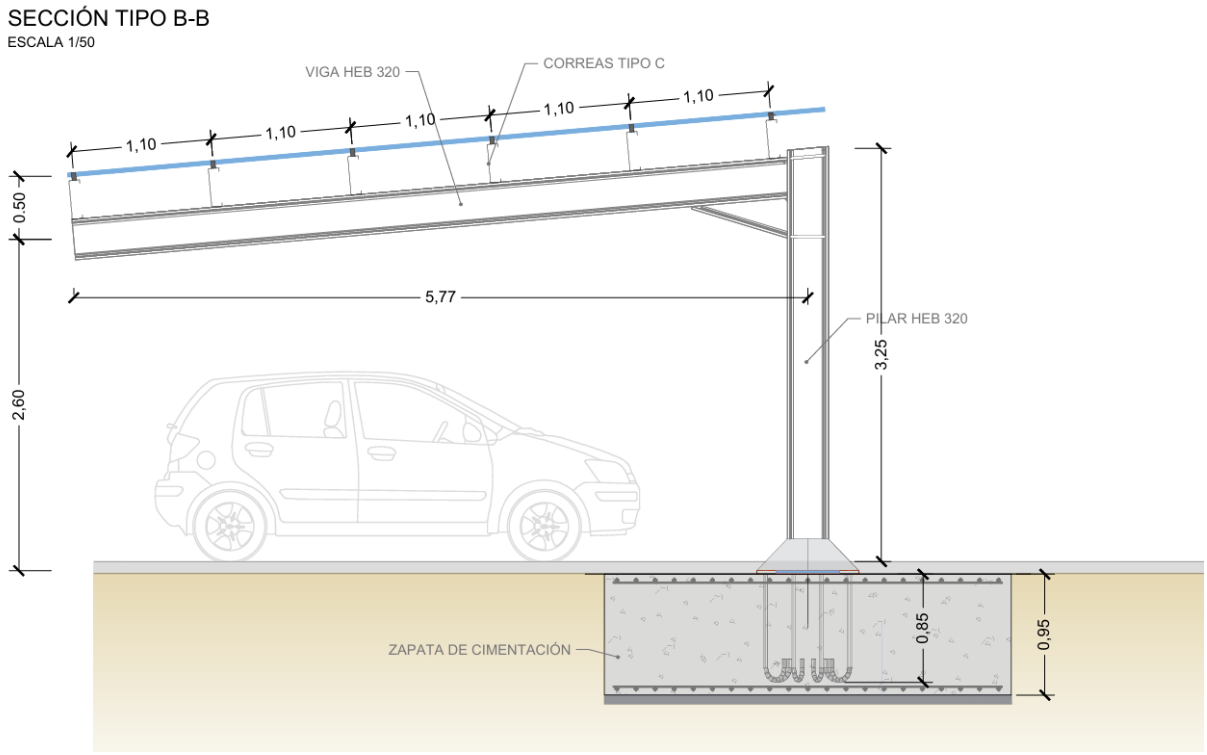


Ilustración 10. Sección tipo 2 (marquesina 4)

El detalle constructivo del nudo incluye además rigidizadores verticales soldados en el alma del pilar (188×105×16 mm), que mejoran la distribución de esfuerzos y evitan deformaciones locales en las alas. Las uniones se resuelven mediante soldadura continua, siguiendo las especificaciones del Código Estructural y la UNE-EN 1090-2.

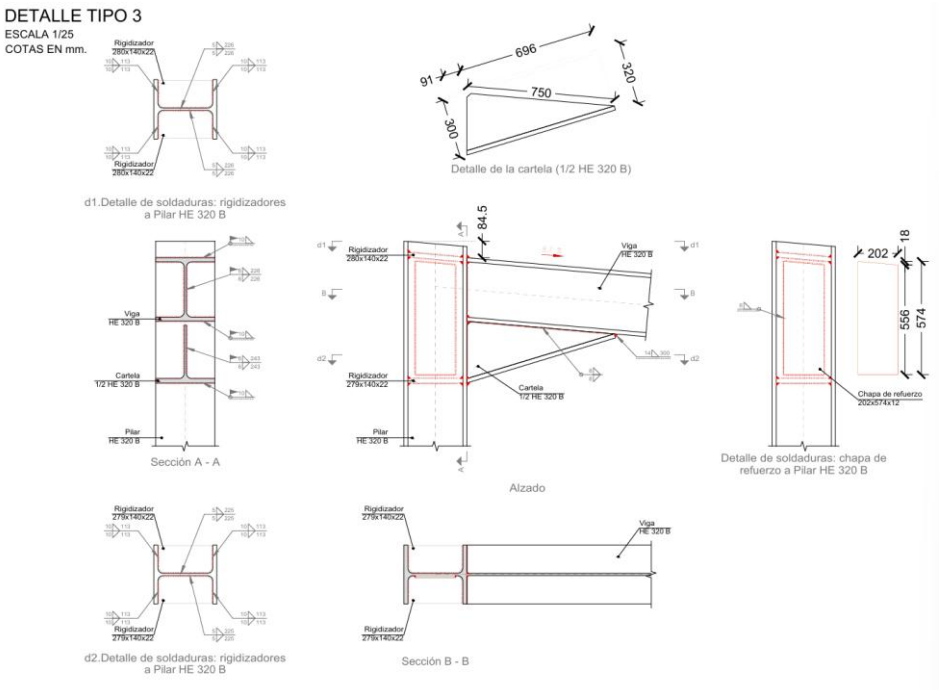


Ilustración 11. Detalle de cartela Sección tipo 2

Sobre la viga principal se disponen correas metálicas tipo C de acero S235JR separadas 1,10 metros, conformadas en frío y fijadas perpendicularmente mediante tornillería autotaladrante galvanizada. Estas correas sirven de soporte directo para los rieles de sujeción de los módulos fotovoltaicos, transmitiendo las acciones de peso propio, nieve y viento a la estructura principal.

Cada pórtico se apoya sobre una zapata aislada rectangular de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. La zapata presenta unas dimensiones en planta de 2,36 × 2,46 m y un canto total de 0,80 m, con armadura inferior Ø16 mm cada 15 cm en ambas direcciones. El hormigón se ha diseñado para clase de exposición XC2, conforme al Código Estructural, y con una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar acumulaciones de agua.

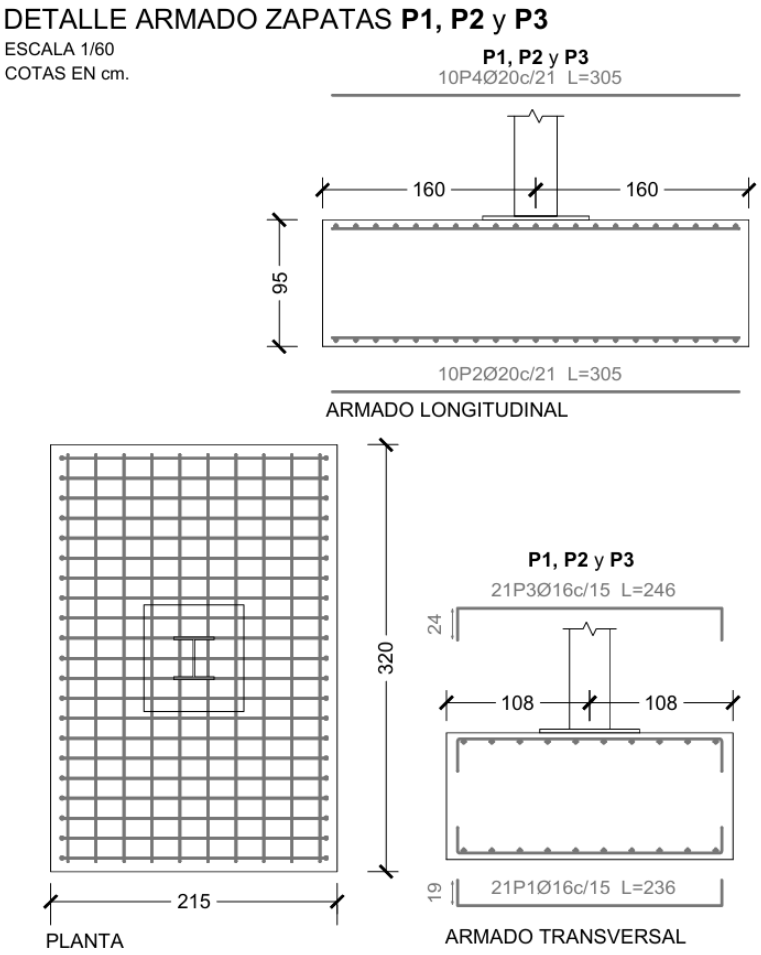


Ilustración 12. Detalle zapatas

El pilar metálico se fija mediante una placa base 550×550×20 mm (S275JR) anclada al hormigón con 12 pernos Ø24 mm tipo A-4t, empotrados y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa y la zapata se dispone una capa de nivelación de 20 mm de mortero para garantizar la planitud y el reparto uniforme de cargas. Los pernos se introducen en el hormigón con anclaje en “J” orientado hacia el centro de la placa, con una longitud de empotramiento mínima de 400 mm.

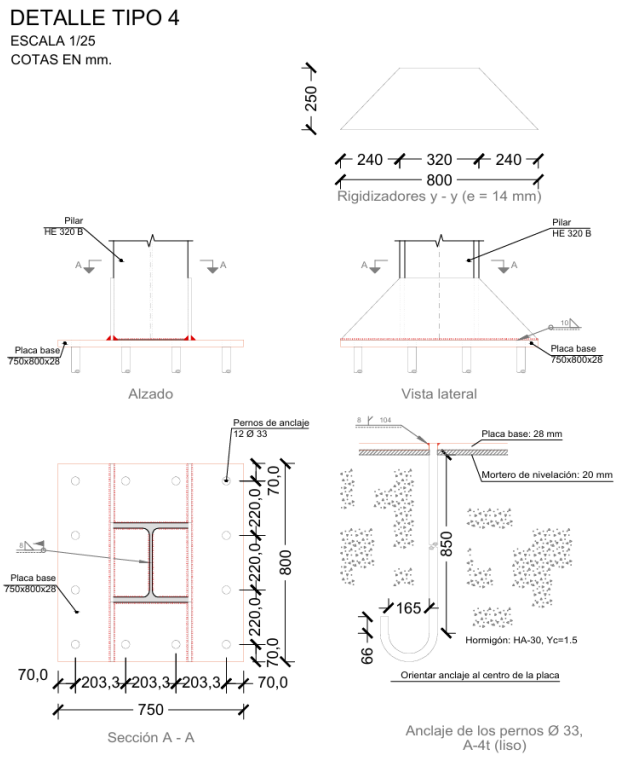


Ilustración 13. Detalle Anclajes

Las verificaciones geotécnicas y estructurales confirman que las tensiones de contacto son ≤ 0,14 Mpa y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento cumplen los requisitos del Código Estructural.

Replanteo de zapatas

El replanteo de las zapatas se ha definido en función de la geometría general del aparcamiento y de la modulación estructural de las marquesinas, manteniendo la separación entre pórticos de 7,50 m a lo largo de cada alineación, salvo en los tramos finales donde se ha ajustado ligeramente la distancia para adaptarse al límite del vial y al ancho útil de las plazas de estacionamiento.

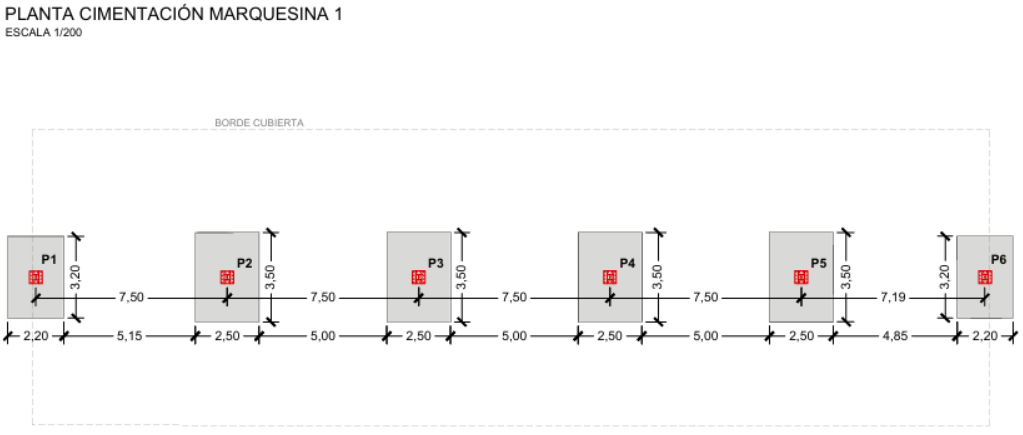


Ilustración 14. Ejemplo replanteo de zapatas (Marquesina 1)

Cada pórtico —tanto en las marquesinas dobles tipo 1 como en la marquesina simple tipo 2— se apoya sobre una única zapata aislada de hormigón armado HA-30, centrada bajo el eje del pilar metálico. Las zapatas son de planta rectangular y se han dimensionado según las solicitaciones obtenidas del cálculo estructural, garantizando tensiones de contacto ≤ 0,14 MPa y coeficientes de seguridad superiores a 1,50 frente a vuelco y deslizamiento.

El replanteo geométrico se ha realizado conforme a los ejes definidos en los planos de estructura, alineando los centros de zapata con los ejes longitudinales de cada alineación de marquesinas. La posición y nivelación de los pernos de anclaje se asegura mediante plantillas metálicas de replanteo, verificadas topográficamente antes del hormigonado. Tras el vertido del hormigón, se comprueba la cota de apoyo, la verticalidad de los pernos y su coincidencia con las coordenadas teóricas de los pilares definidos en el modelo estructural.

Cada zapata se apoya sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor, dispuesta sobre el terreno natural previamente compactado y nivelado. La superficie superior de la zapata se ha ejecutado con una pendiente del 1° hacia el exterior, de forma que se garantice la evacuación de agua y se reduzca el riesgo de encharcamiento alrededor del pilar metálico.

8.2 Marquesinas del andén

Las marquesinas del andén se sitúan en los andenes norte y sur de la estación, proporcionando cobertura a las zonas de espera y tránsito de viajeros. Cada andén dispone de una alineación de marquesinas metálicas de desarrollo longitudinal aproximado de 70 m, conformadas por una serie de pórticos metálicos separados 4,00 m entre sí. El diseño estructural mantiene una disposición uniforme y alineada con el borde del andén, situando los pilares a 0,50 m del límite del andén para garantizar el gálibo de paso y evitar interferencias con la infraestructura ferroviaria existente.

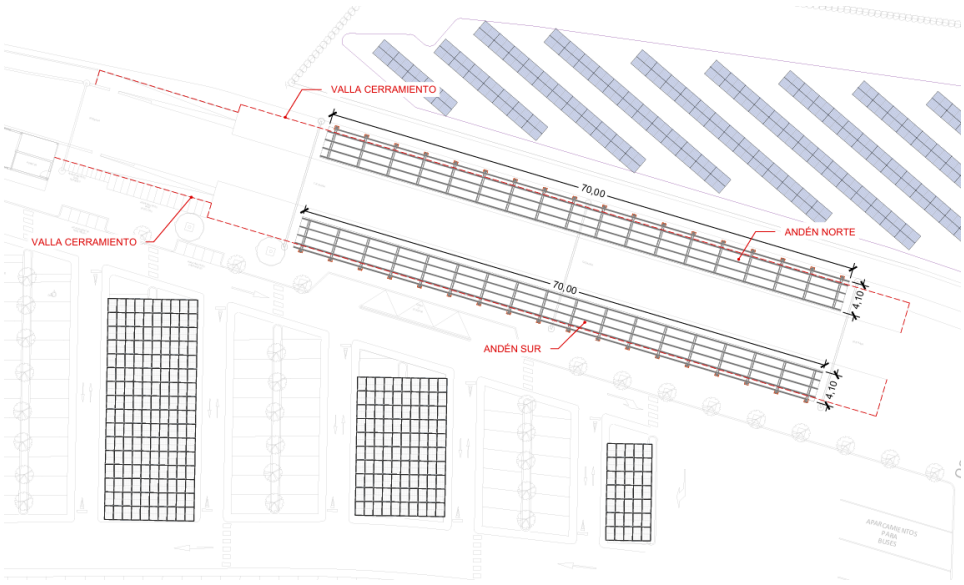


Ilustración 15. Plano planta estructura andén

Cada pórtico está formado por un pilar vertical HEB 220 B y una viga principal HEB 220 B, ambos en acero S275JR conforme a la norma UNE-EN 10025-2. El sistema presenta una pendiente de cubierta de aproximadamente 1°, orientada hacia el exterior del andén para favorecer la evacuación del agua de lluvia. La unión entre viga y pilar se resuelve mediante soldadura continua, reforzada con una cartela metálica triangular ejecutada con ½ perfil HEB 220 B, que actúa como elemento de rigidización local frente a las solicitaciones de cortante y momento negativo en el arranque de la viga.

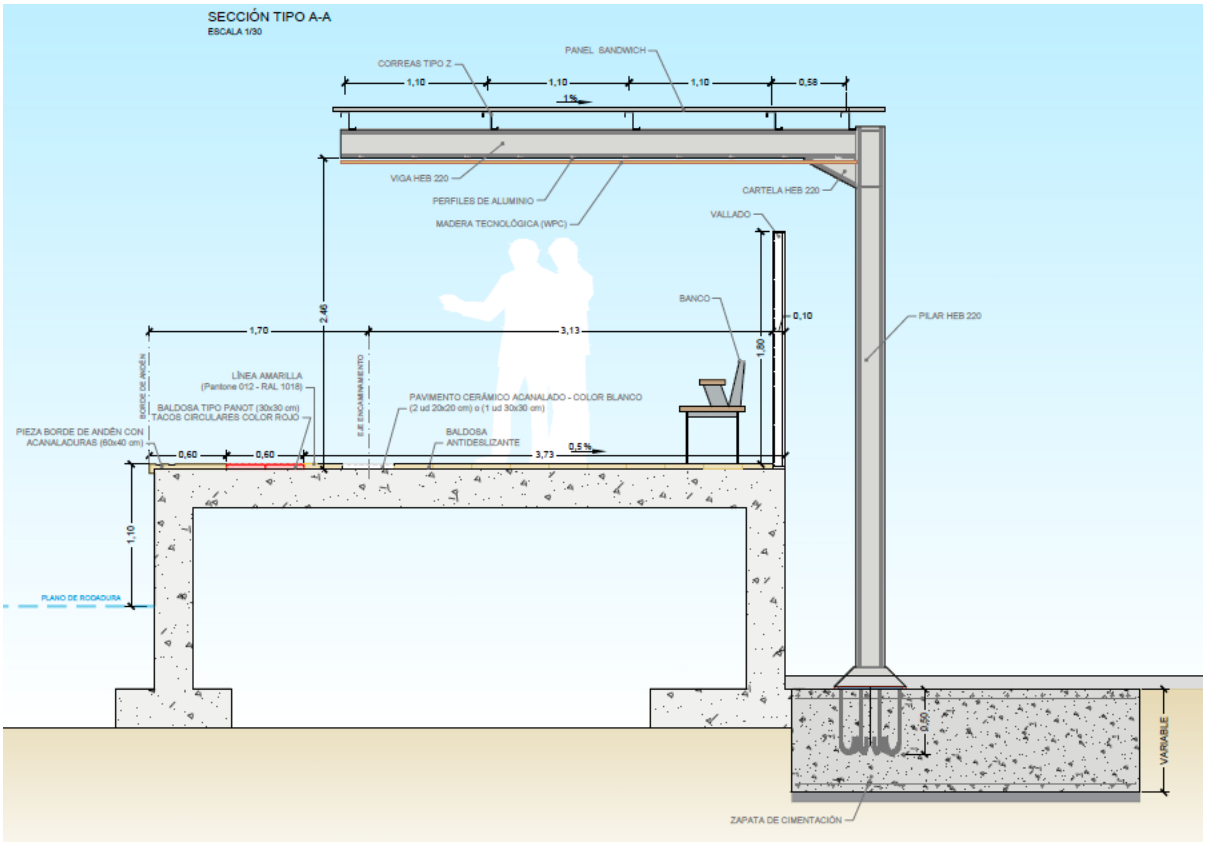
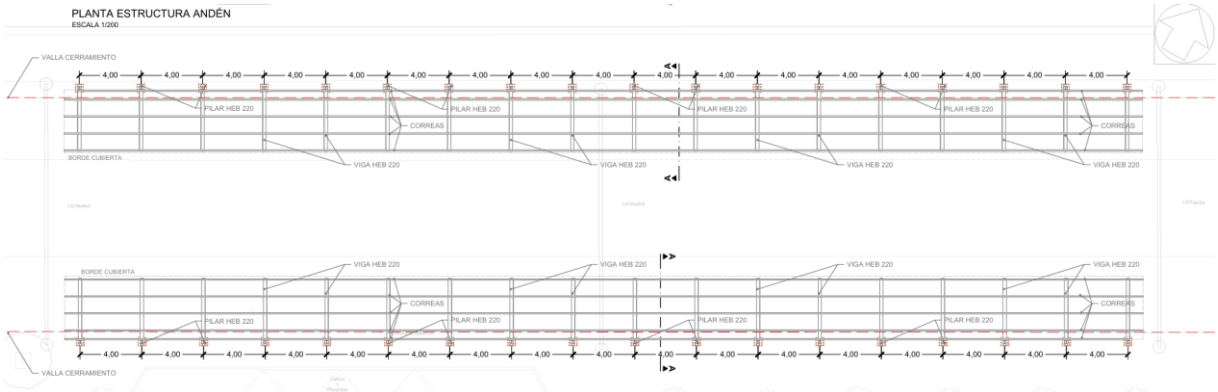


Ilustración 16. Sección tipo marquesina andén

El gálibo libre bajo la marquesina es de 2,46 m desde la cota del andén terminado, mientras que la altura total desde la zapata hasta la coronación de la viga alcanza 4,20 m. Esta configuración garantiza la compatibilidad con las circulaciones de pasajeros y la ventilación transversal de los andenes.



ANEJO Nº6. ESTRUCTURAS

Ilustración 17. Estructura andén

Las correas de cubierta se resuelven mediante perfiles tipo Z 140×60×53×2,5 mm de acero S235JR, separa 0,70 metros, conformadas en frío y dispuestas perpendicularmente a la viga principal. Estas correas transmiten su peso propio y las acciones climáticas (viento y nieve) a la estructura principal, además de soportar los cerramientos ligeros de la cubierta.

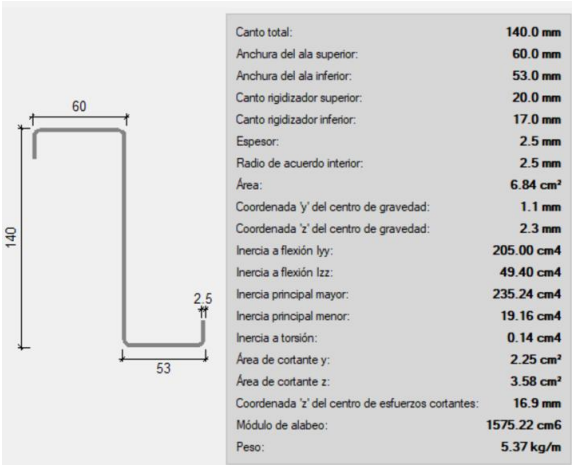


Ilustración 18. Geometrías correas tipo Z proyectada

Cada pilar se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Debido a la proximidad al borde del andén, las zapatas son rectangulares y excéntricas, adaptadas para mantener el eje del pilar a 0,50 m del borde sin comprometer la estabilidad global. El diseño se ha realizado conforme al Código Estructural, con clase de exposición XC2, e incluye una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar encharcamientos en torno a la base del pilar.

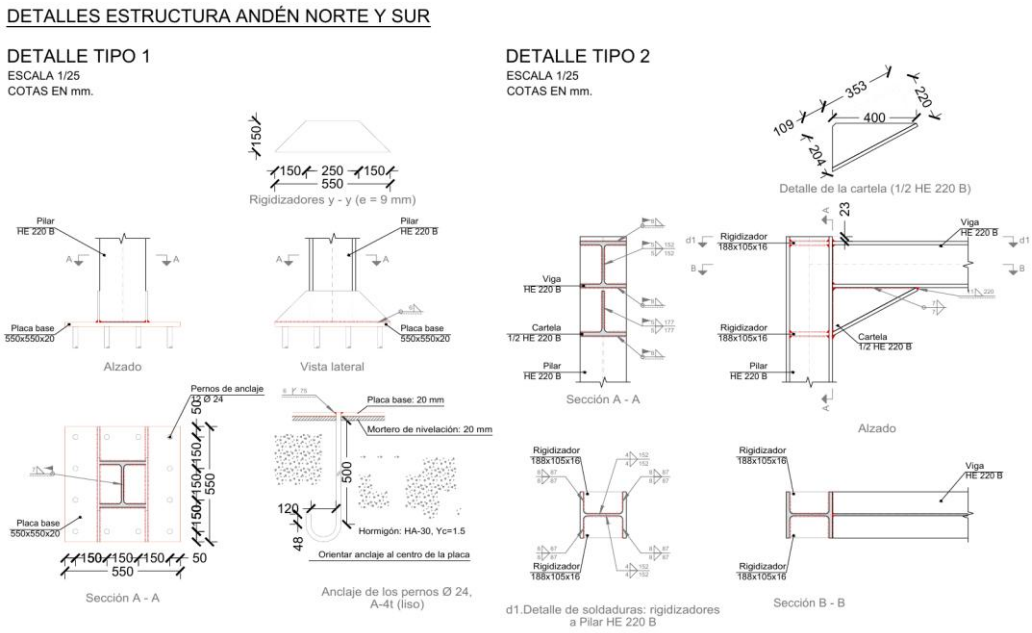


Ilustración 19. Detalle anclaje y uniones Marquesina andén

Cada pilar metálico se fija a la zapata mediante una placa base de acero S275JR (500×500×18 mm), anclada con 4 pernos Ø20 mm tipo A-4t empotrados en el hormigón y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa base y la zapata se dispone una capa de nivelación de 20 mm de mortero, asegurando la planitud del apoyo y el reparto homogéneo de esfuerzos. El anclaje se ejecuta con los pernos en forma de "J", orientados hacia el centro de la placa y con longitud útil de empotramiento ≥ 400 mm.

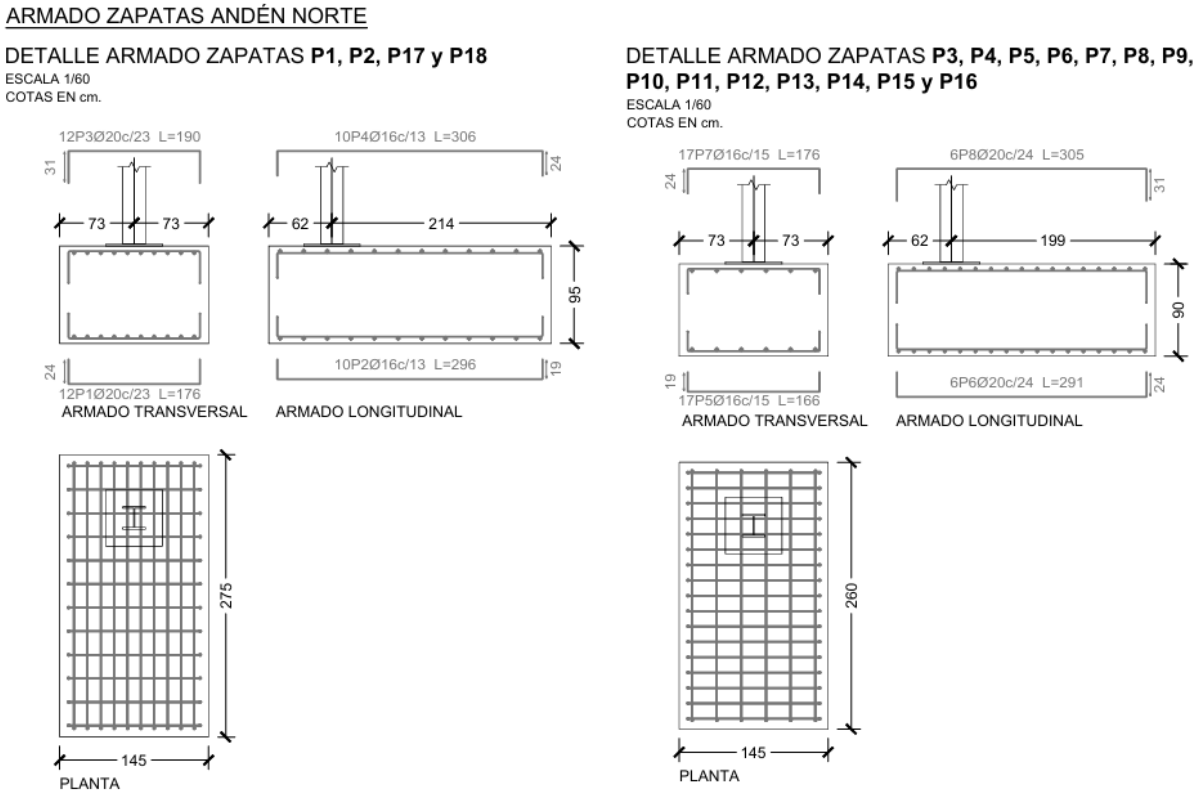


Ilustración 20. Detalle zapatas andén norte

Durante la ejecución se ha garantizado la correcta alineación mediante plantillas metálicas de replanteo y control topográfico previo al hormigonado, asegurando la coincidencia con los ejes teóricos definidos en el modelo estructural y la compatibilidad con los cimientos de los postes de catenaria, evitando interferencias. Las dimensiones típicas de zapata son del orden de 1,45 × 2,50 m con un canto de 0,80 m, incorporando armadura inferior Ø16 mm c/15 cm en ambas direcciones.

ANEJO Nº6. ESTRUCTURAS

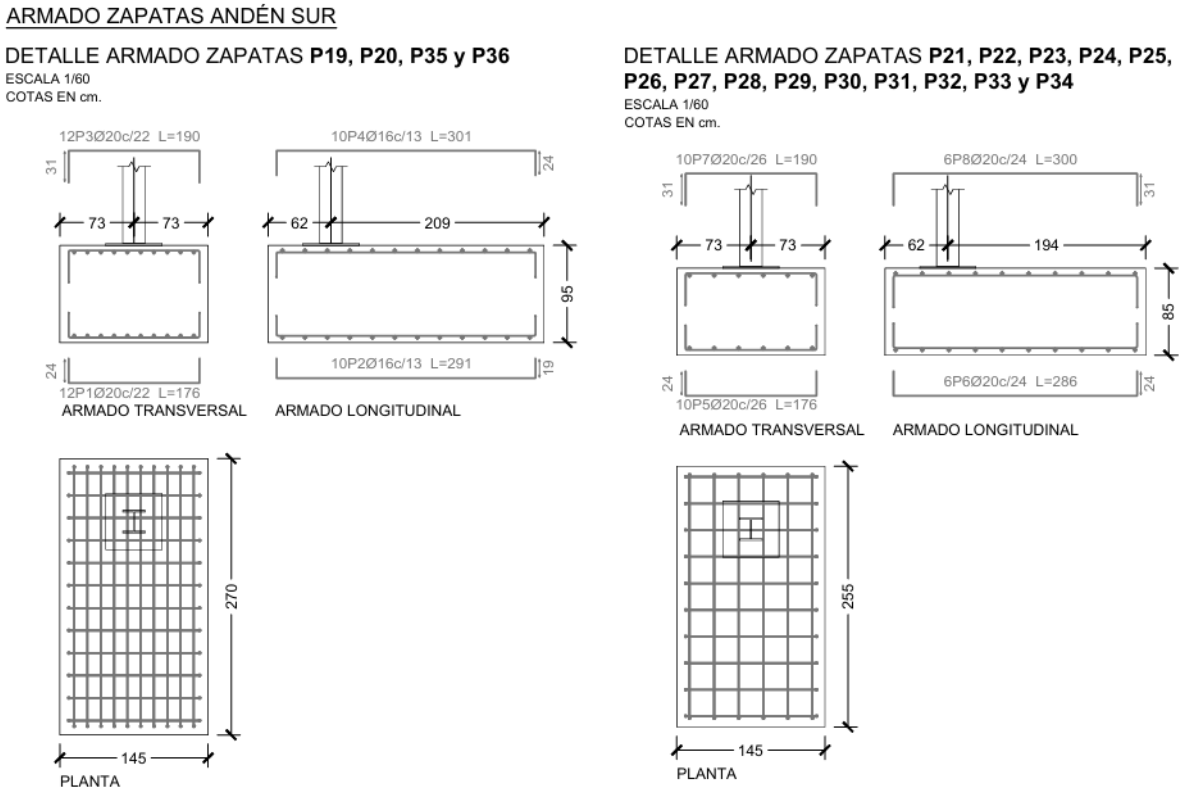


Ilustración 21. Detalle zapatas andén sur

El contacto con el terreno se ha verificado frente a las tensiones admisibles obtenidas del estudio geotécnico:

- Andén sur: σadm = 0,14 MPa
- Andén norte: σadm = 0,13 MPa

Los resultados del cálculo confirman que las tensiones transmitidas son inferiores a los valores admisibles y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento superan 1,50, cumpliendo los requisitos normativos.

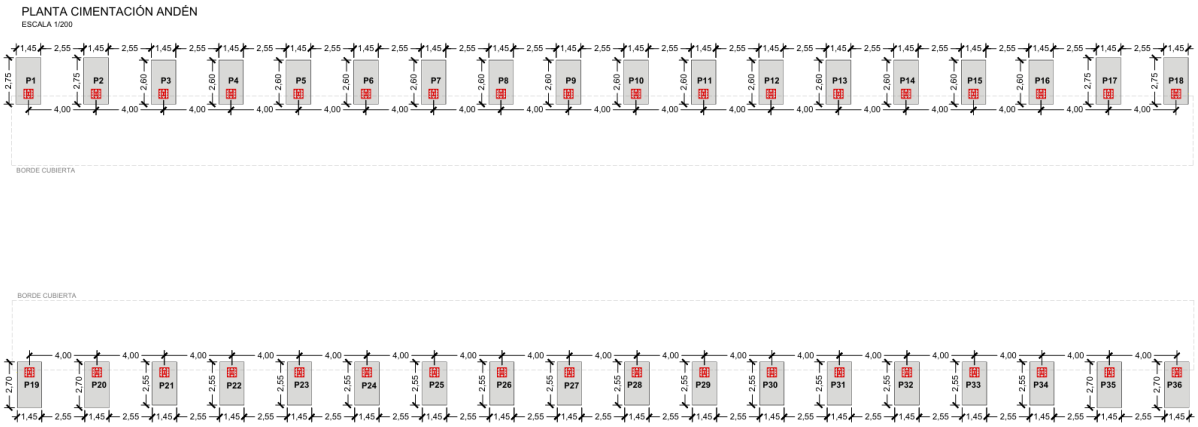


Ilustración 22. Replanteo zapatas Marquesinas andén

8.3 Mesas del parque solar

8.3.1 Configuración general y geometría

Las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos del parque solar se resuelven mediante mesas metálicas hincadas tipo biposte, formadas por dos apoyos verticales (postes) unidos por un dintel longitudinal sobre el que se disponen las correas de fijación de los módulos. Las mesas metálicas biposte descritas se distribuyen sobre el terreno conforme a la configuración general del parque solar representada en la figura adjunta.

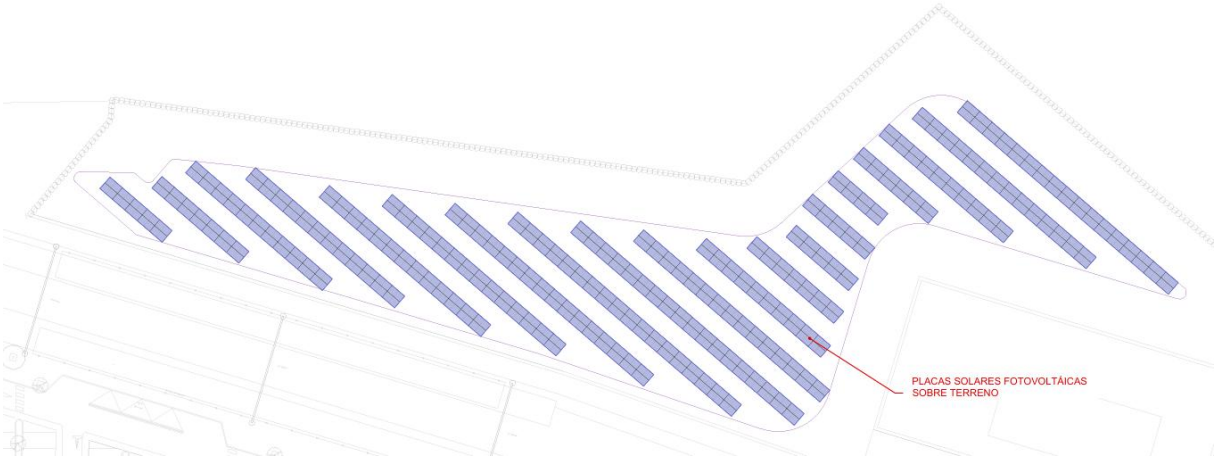


Ilustración 23. Configuración en planta del parque solar.

Este sistema estructural garantiza la estabilidad del conjunto frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, proporcionando además una solución ligera, económica y de rápida instalación, adecuada para cimentaciones directas por hinca.

Cada pórtico de la mesa está compuesto por dos postes hincados en el terreno, separados una distancia transversal que define la inclinación del plano de los módulos, y conectados entre sí mediante un perfil principal o dintel. Sobre este se fijan las correas metálicas, que a su vez sirven de soporte directo a los módulos fotovoltaicos.

La modulación longitudinal del sistema se ha definido con una separación entre pórticos consecutivos de 4,93 m (medida centro a centro), lo que permite obtener un equilibrio adecuado entre rigidez, aprovechamiento del terreno y número total de apoyos. Cada vano de 4,93 m está dimensionado para soportar cuatro módulos fotovoltaicos, de acuerdo con las dimensiones y peso de los paneles previstos en el proyecto.

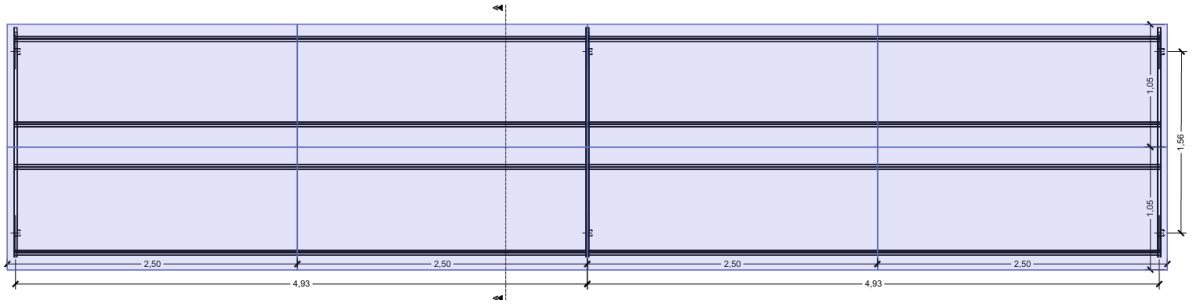


Ilustración 24. Estructura en planta mesas parque solar

Los módulos se fijan sobre las correas metálicas mediante presores finales e intermedios, manteniendo las holguras perimetrales necesarias y las separaciones entre paneles definidas en los planos de montaje, garantizando la ventilación y evitando interferencias durante la dilatación térmica de los elementos.

Las mesas presentan una pendiente de 20° hacia el sur. Esta inclinación optimiza el rendimiento energético de los módulos fotovoltaicos y permite un adecuado drenaje del agua de lluvia, sin que sea necesario incorporar rigidizadores adicionales en la estructura.

El diseño estructural de las mesas contempla la posibilidad de pequeñas variaciones en el terreno, de forma que las diferencias de cota se corrigen ajustando la profundidad de hinca de cada poste, manteniendo siempre la pendiente de 20° y la alineación longitudinal del campo.

8.3.2 Materiales y elementos estructurales

Las mesas metálicas del parque solar estarán formadas por elementos de acero estructural galvanizado, seleccionados conforme a las normas europeas de aplicación y a las especificaciones técnicas indicadas en los informes de diseño y ensayos de tracción y hinca.

Perfiles metálicos

Los elementos estructurales principales (postes hincados, dinteles y correas) estarán fabricados con acero estructural conformado en frío o laminado, de calidad mínima S275 según la norma UNE-EN 10025-2**,** o S350GD + ZM430 conforme a la UNE-EN 10346, en función del sistema empleado. El recubrimiento zinc-magnesio (ZM310–ZM430) o la galvanización en caliente (≥ 85 µm) garantizan la protección frente a la corrosión en ambientes equivalentes a categoría C4 según UNE-EN ISO 12944**,** adecuada para entornos exteriores rurales y urbanos moderadamente húmedos.

Los perfiles serán de tipología abierta tipo Z, con espesores entre 2,0 y 3,0 mm, en función de su posición estructural (poste, dintel o correa) y de las solicitaciones obtenidas en el cálculo. La conformación se realizará en frío, con control dimensional y de recubrimiento conforme a la norma EN 1090-2 para ejecución de estructuras metálicas.

Tornillería y fijaciones

La tornillería será galvanizada o con recubrimiento de alta resistencia tipo Delta Protekt o equivalente, conforme a las normas DIN 933 / ISO 4017 y UNE-EN ISO 898-1, con calidad 8.8 o superior.

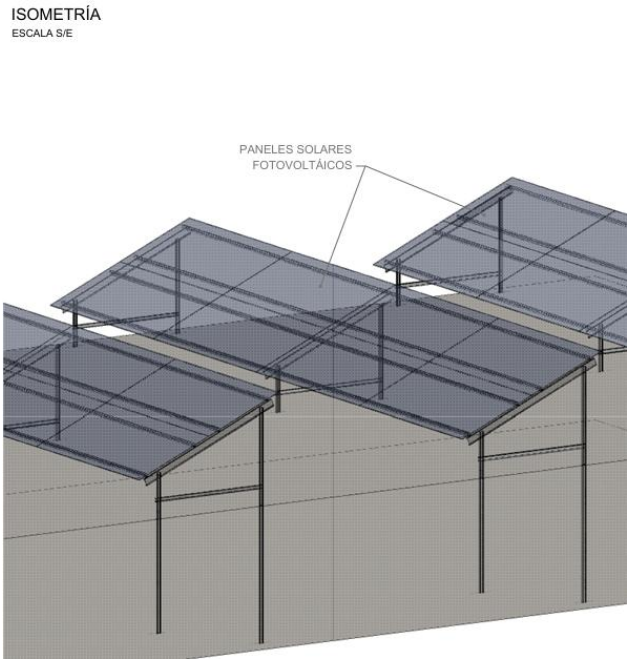


Ilustración 25. Isometría mesas

Las fijaciones de los módulos fotovoltaicos a las correas se realizarán mediante presores intermedios y terminales de aluminio extruido anodizado o acero galvanizado, compatibles con los espesores de marco de los módulos, garantizando su comportamiento ante dilataciones térmicas y cargas de viento y nieve.

Tratamiento anticorrosión y durabilidad

Todos los elementos metálicos estructurales y de fijación dispondrán de protección anticorrosiva garantizando una vida útil mínima de 25 años, conforme a los criterios de durabilidad establecidos en el Código Estructural (Art. 37 y Art. 95)**.** En las zonas de corte o mecanizado se aplicará una pintura de retoque rica en zinc, con espesor ≥ 100 µm, asegurando la continuidad del sistema protector.

8.3.3 Cimentación

La cimentación de las mesas solares se resuelve mediante un sistema de hinca directa de postes metálicos al terreno, sin uso de hormigón, lo que proporciona una instalación más rápida, reversible y con mínima afección al terreno natural. Este tipo de cimentación es habitual en parques solares sobre terreno, y permite garantizar la estabilidad estructural mediante la propia resistencia del terreno a compresión, tracción y esfuerzos laterales.

Los postes se hincan directamente al terreno, con o sin perforación previa (predrilling), en función de la naturaleza litológica del suelo. La hinca se realiza directamente mediante martinete hidráulico o neumático, controlando la verticalidad mediante plantilla guía. Si existe presencia de bolos se podrá

practicarse un predrilling hasta una profundidad de 1,5–1,8 m, reponiendo posteriormente el material extraído antes de la hinca final.

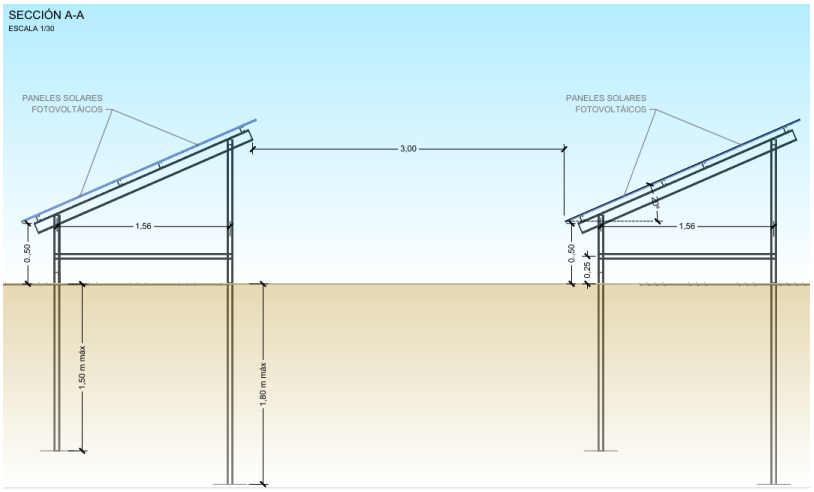


Ilustración 26. Sección tipo mesas parque solar

El conjunto de los postes metálicos actúa como cimentación individual por hinca, resistiendo esfuerzos combinados de compresión, tracción y cortante lateral, transmitidos por el dintel y las correas de la mesa fotovoltaica.

Profundidades de empotramiento

Las profundidades objetivo de hinca se han definido en función de las solicitaciones estructurales, las reacciones obtenidas en el cálculo y la tipología de terreno identificada en la campaña geotécnica. De forma general, se adoptan los siguientes valores de proyecto:

- Poste delantero: profundidad de hinca máxima $h \leq 1{,}50$ m desde rasante.
- Poste trasero: profundidad de hinca máxima $h \leq 1{,}80$ m desde rasante.

Estas profundidades proporcionan un empotramiento suficiente frente a las acciones de viento y momentos de vuelco, garantizando la estabilidad del conjunto sin necesidad de refuerzos adicionales. No obstante, las profundidades finales se ajustaran en obra en función de los resultados de los ensayos de tracción (Pull-Out Test) y del comportamiento observado durante la hinca.

Ensayos de verificación (POT – *Pull-Out Test*)

Con el objetivo de verificar la capacidad portante real del sistema de hinca, se realizará una campaña de ensayos POT (Pull-Out Test), de acuerdo con los procedimientos habituales en estructuras fotovoltaicas biposte.

Los ensayos se ejecutarán sobre un número representativo de postes hincados, con instrumentación de control (dinamómetro y reloj comparador o sistema óptico), registrando los desplazamientos verticales y laterales en función de la carga aplicada. El procedimiento se desarrollará mediante cargas

escalonadas hasta alcanzar los valores de diseño obtenidos en el cálculo estructural expuesto a continuación

Reacciones en la pata delantera

- Tracción máxima (Rz, desfavorable): 7,09 kN.
- Compresión máxima (Rz, favorable): 22,53 kN.
- Corte lateral (Ry): 3,08 kN.
- Momento flector en base (Mx): hasta 5,28 kN·m.

Estas magnitudes indican que la pata delantera trabaja principalmente a compresión vertical, pero puede experimentar tracciones locales bajo combinaciones desfavorables de viento (succión sobre módulos y presión negativa en intradós). El esfuerzo lateral es moderado y corresponde al empuje del viento paralelo a la superficie inclinada de los paneles.

Reacciones en la pata trasera

- Tracción máxima (Rz, desfavorable): 11,76 kN.
- Compresión máxima (Rz, favorable): 26,10 kN.
- Corte lateral (Ry): 9,99 kN.
- Momento flector en base (Mx): hasta 3,31 kN·m.

Se representarán las curvas carga–desplazamiento para evaluar la rigidez del conjunto y la disipación elástica tras la descarga.

Los criterios de aceptación para este tipo de cimentaciones se establecen de acuerdo con los rangos comúnmente empleados en informes POT de estructuras solares biposte, siendo:

- Carga lateral: desplazamiento ≤ 30 mm bajo la carga de ensayo y ≤ 25 mm tras la descarga.
- Carga de tracción: desplazamiento ≤ 20 mm bajo la carga de ensayo y ≤ 10 mm tras la descarga.

Estos valores de referencia aseguran que la cimentación mantenga un comportamiento predominantemente elástico, sin plastificación ni pérdida de capacidad portante. La campaña de ensayos deberá documentar los resultados obtenidos y su conformidad con estos criterios.

8.4 Edificio Complementario

El edificio complementario se resuelve mediante una estructura metálica porticada formada por cuatro pórticos transversales que generan tres vanos longitudinales. Cada pórtico está constituido por pilares UPN y dinteles UPN. Sobre los pórticos se disponen correas conformadas ZF-160×3,0 mm, separadas 1,00 m, que actúan como soporte directo de la cubierta ligera y como arriostramiento transversal del conjunto frente a las acciones horizontales (viento). El esquema resistente es isostático en la dirección longitudinal y estabilizado transversalmente por el diafragma de correas y por los cerramientos, garantizando la rigidez necesaria para los estados límite de servicio y último.

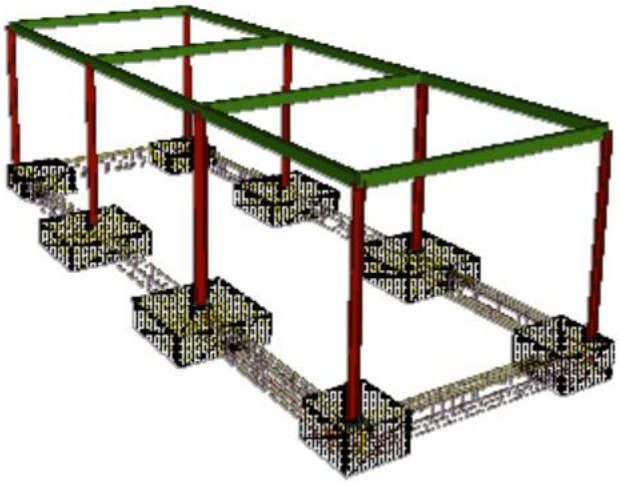


Ilustración 27. Visualización 3D edificio complementario.

La planta del edificio presenta un desarrollo longitudinal total de unos 10 m, dividido en tres luces desiguales, comprendidas entre 4,09 m y 4,17 m, según la disposición definida en los planos estructurales. La anchura transversal es de 4,50 m entre ejes, y la altura libre interior alcanza 3,25 m hasta la cara inferior de los dinteles.

La cubierta se dispone con una pendiente del 1 %, orientada hacia el lado oeste, con el fin de favorecer la evacuación de las aguas pluviales hacia los puntos de recogida previstos, manteniendo a su vez una geometría compatible con el diseño arquitectónico del conjunto.

La estructura metálica del edificio se compone de perfiles laminados y conformados en frío, dimensionados conforme a los esfuerzos obtenidos en el cálculo estructural y de acuerdo con las prescripciones del Código Estructural, la UNE-EN 1993 (Eurocódigo 3) y la UNE-EN 1090-2.

Los pilares se ejecutan con perfiles laminados UPN-160, , salvo en el tercer pórtico, donde se emplea un pilar UPN-200, dimensionado para resistir las mayores solicitaciones generadas por el viento en la situación más desfavorable cuando estar los ventanales acristalados abiertos. Estos elementos trabajan principalmente a compresión y flexocompresión, transmitiendo las cargas verticales de los dinteles y de la cubierta hacia la cimentación. Su estabilidad frente al pandeo y la capacidad resistente

se han verificado conforme a la UNE-EN 1993-1-1, garantizando la seguridad estructural frente a los estados límite últimos y de servicio.

Los pilares se fijan a las zapatas mediante placas base metálicas ancladas con pernos embebidos, asegurando la correcta transmisión de esfuerzos y la verticalidad del conjunto durante el montaje.

Vigas principales (dinteles): Los dinteles se resuelven con perfiles UPN-200, que salvan las luces entre los pilares, soportando las cargas de cubierta y las acciones de viento. Estos elementos trabajan fundamentalmente a flexión simple, transmitiendo los esfuerzos a los apoyos metálicos. Las comprobaciones frente a momento flector, cortante y estabilidad lateral de las vigas han sido verificadas en todas las combinaciones de carga del CTE DB-SE-A y DB-SE-AE.

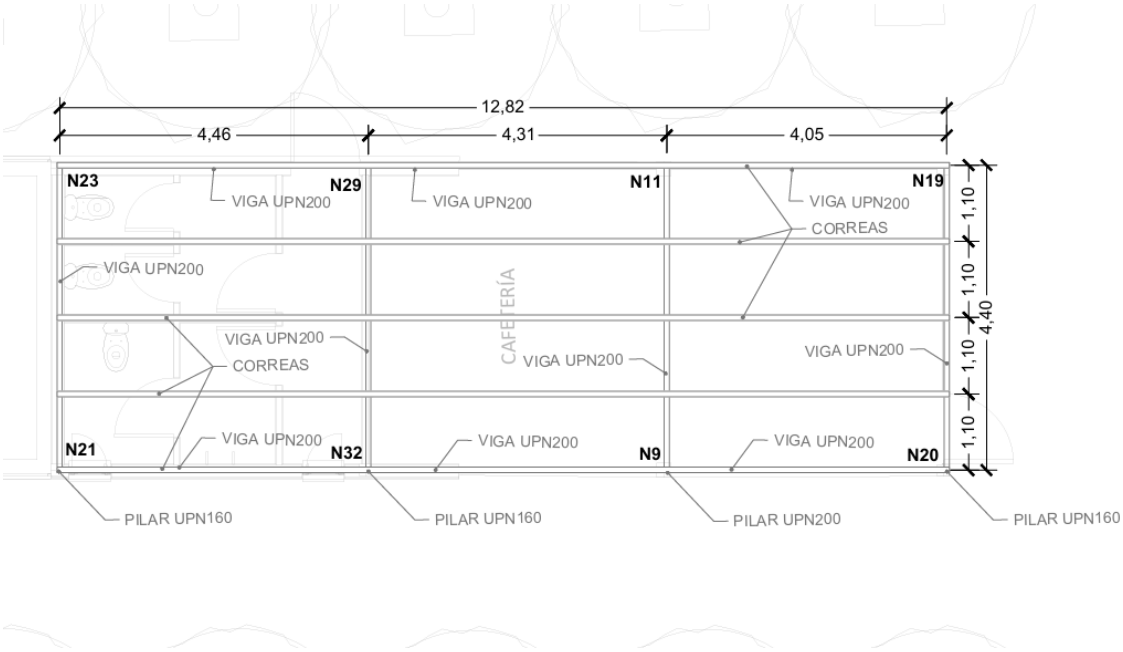


Ilustración 28. Visualización de elementos estructurales.

Correas de cubierta: Sobre los dinteles se disponen correas metálicas conformadas en frío tipo ZF-160×3,0 mm, separadas 1,00 m entre ejes, que sirven de soporte a los paneles de cubierta ligera. Estas correas se fijan mediante tornillería autotaladrante galvanizada, garantizando un montaje rápido y resistente.

Además de transmitir las cargas verticales de peso propio, viento y nieve, las correas contribuyen al arriostramiento transversal de los pórticos, mejorando la rigidez frente a la torsión y el pandeo lateral de los perfiles principales.

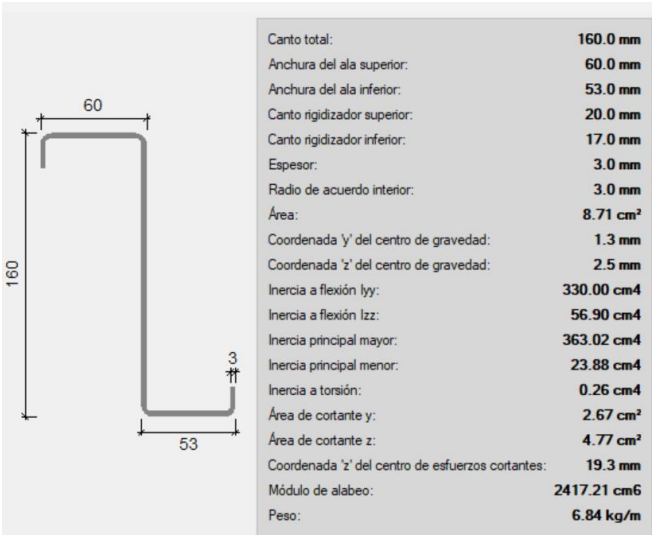


Ilustración 29. Correa tipo ZF-160x3,0 proyectada.

Todos los perfiles metálicos se fabricarán en acero estructural S275JR, conforme a la norma UNE-EN 10025-2, con un límite elástico mínimo de 275 MPa. La ejecución se llevará a cabo bajo los criterios de la EN 1090-2. Las piezas metálicas se entregarán galvanizadas en caliente (espesor mínimo de zinc ≥ 70 µm) o con recubrimiento zinc-magnesio equivalente (ZM310–ZM430), de acuerdo con la UNE-EN 10346, garantizando la durabilidad frente a la corrosión y la exposición ambiental del emplazamiento. La tornillería estructural y de montaje será galvanizada, de calidad mínima 8.8, con par de apriete aplicado según la EN ISO 898-1 y las instrucciones del fabricante.

La cimentación del edificio de complementario se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 (acero B500S), unidas entre sí mediante vigas centradoras y de atado, con el fin de garantizar la estabilidad global del conjunto y compensar las excentricidades de los pilares en las zonas próximas al edificio existente. Las zapatas quedarán enterradas 0,25 m bajo la cota de solera, permitiendo la correcta ejecución de la losa y el paso de las instalaciones proyectadas.

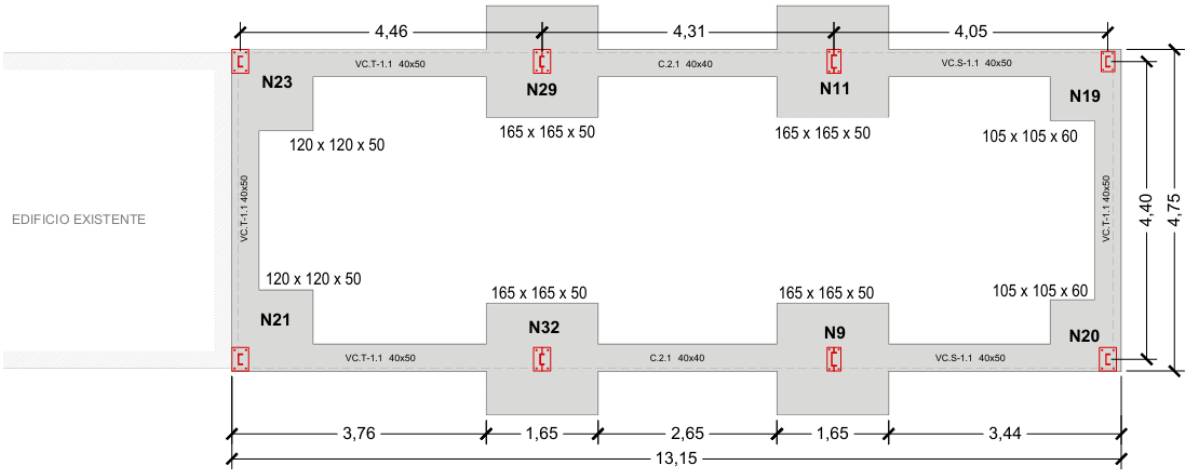


Ilustración 30. Replanteo de zapatas

La estructura cuenta con un total de ocho zapatas asociadas a los pilares metálicos. Su disposición y dimensiones se definen en el plano de cimentación adjunto, diferenciándose las siguientes tipologías:

- **Zapatas de esquina (zona sur):** De tipo rectangular excéntrica (105×105×60 cm), dispuestas de forma desplazada respecto al eje del pilar para evitar interferencias con la cimentación del edificio colindante. Estas zapatas se unen mediante vigas centradoras y de atado de 40×50 cm, que redistribuyen las cargas y equilibran los momentos generados por la excentricidad.
- **Zapatas intermedias:** De tipo cuadrado grande (165×165×50 cm), centradas respecto al eje del pilar. Reciben parte del empuje de las vigas centradoras y contribuyen al reparto uniforme de cargas hacia el terreno.
- **Zapatas esquina (zona norte):** De tipo cuadrado excéntrica (120×120×50 cm), optimizadas estructuralmente para reducir el consumo de hormigón y acero, manteniendo tensiones de contacto inferiores a 0,14 MPa, conforme al modelo de cálculo.

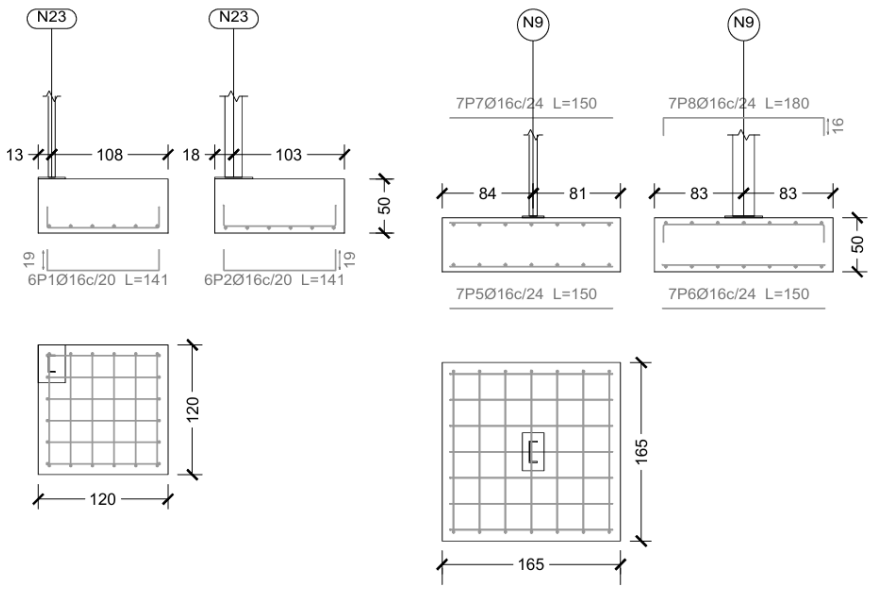


Ilustración 31. Detalle armado de zapatas edificio complementario

Las vigas centradoras y de atado se proyectan con secciones de 40×50 cm, y las vigas intermedias con sección 40×40 cm, conectando los apoyos y asegurando el trabajo conjunto de toda la cimentación. Cada zapata dispone de doble parrilla de armadura inferior y superior, con disposición y cuantías según plano de estructura:

- Las **zapatas excéntricas** incorporan un refuerzo adicional en el borde traccionado y mayor canto (60 cm) para limitar giros.
- Las **zapatas intermedias y centrales** cuentan con parrillas simétricas en ambas direcciones, con anclajes y solapes reglamentarios.
- Las **vigas de atado y centradoras** disponen de armadura longitudinal superior e inferior, con

estribos cerrados y separaciones regulares. En las vigas centradoras se aumenta la cuantía longitudinal al trabajar a tracción o compresión.

El dimensionamiento de las zapatas verifica:

- Tensiones admisibles del terreno ≤ 0,14 MPa.
- Factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento superiores a los mínimos reglamentarios.
- Compatibilidad geométrica y de asientos, manteniendo simetría estructural mediante la repetición de la solución excéntrica en ambos extremos del edificio.

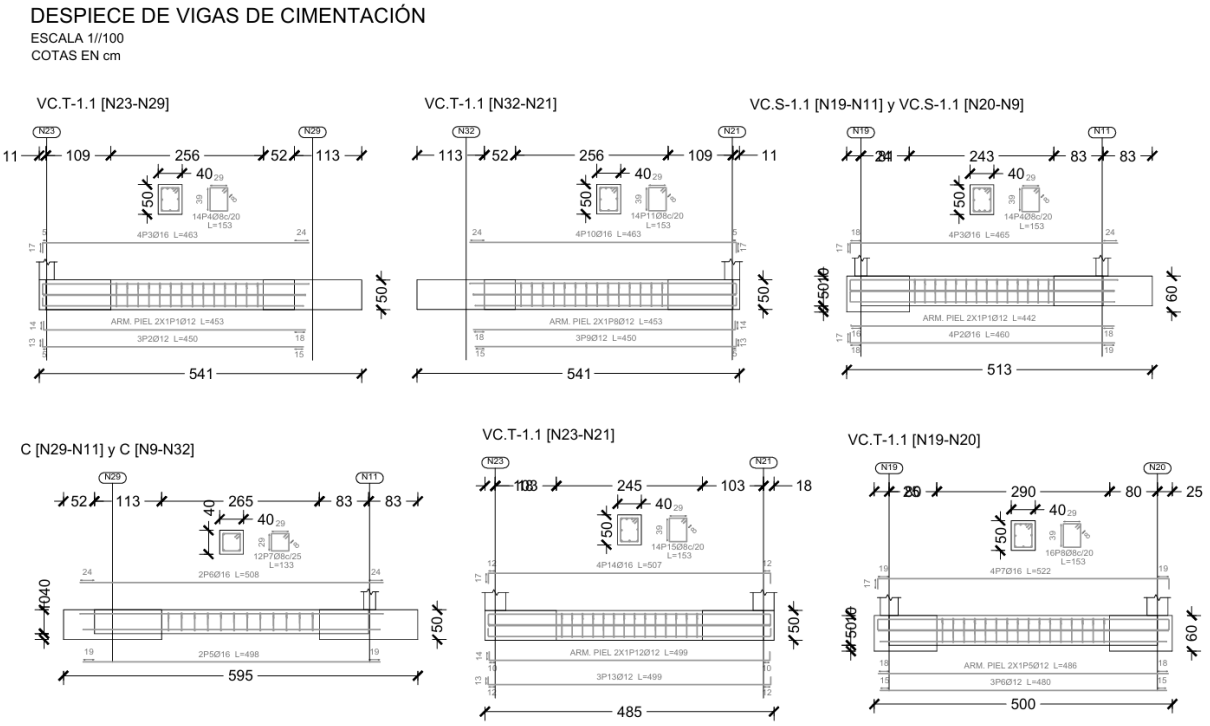


Ilustración 32. Detalle vigas centradoras

8.5 Edificio de control de accesos

El edificio de control de accesos se resuelve mediante una estructura metálica porticada, formada por cinco pórticos transversales que configuran cuatro vanos longitudinales. Sobre los pórticos se disponen correas metálicas tipo ZF-160×3,0 mm, separadas 1,00 m, que sirven de soporte a la cubierta ligera y actúan simultáneamente como elementos de arriostramiento transversal, contribuyendo a la estabilidad global del conjunto frente a las acciones horizontales de viento.

La estructura se completa con un voladizo longitudinal de 1,60 m dispuesto en el lateral sur, que recorre toda la longitud del edificio. Este vuelo tiene una función tanto arquitectónica como funcional, ya que protege el acceso principal y la zona de fachada frente a la lluvia y la radiación solar directa.

La cubierta mantiene una pendiente del 1 % hacia el sur, que permite la evacuación del agua de lluvia mediante canaleta hacia la línea exterior, sin necesidad de elementos adicionales de rigidización ni pórticos secundarios.

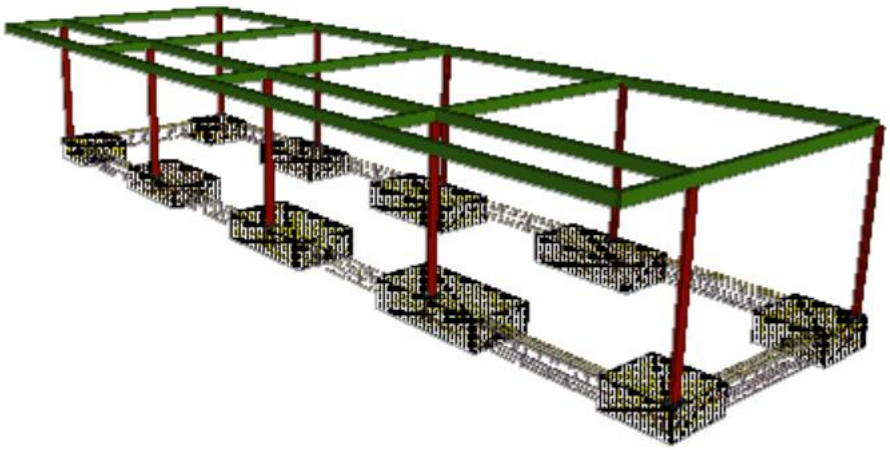


Ilustración 33. Visualización 3D edificio de control de accesos.

La estructura del edificio presenta una geometría rectangular regular, con una disposición estructural clara y simétrica que facilita tanto el montaje como el comportamiento global frente a las acciones verticales y horizontales.

Las dimensiones principales del edificio son las siguientes:

- **Longitud total:** 20,00 m, medida entre los ejes de los pórticos extremos.
- **Anchura total:** 5,00 m, entre las alineaciones longitudinales de pilares.
- **Voladizo sur:** 1,60 m de longitud, dispuesto de forma continua a lo largo de toda la fachada sur, con la función de protección del acceso y resguardo frente a la lluvia y la radiación solar directa.
- **Altura libre interior:** 3,25 m hasta la cara inferior de las vigas principales, que permite la instalación de cerramientos, carpinterías e instalaciones bajo cubierta sin interferir con los elementos estructurales.

La estructura se organiza mediante cinco pórticos metálicos transversales, que configuran cuatro vanos de 5,00 m entre ejes, garantizando una distribución regular de cargas y una transmisión uniforme hacia la cimentación. Los pórticos se unen mediante vigas longitudinales y correas de cubierta, que actúan como elementos de arriostramiento y rigidización lateral.

Los pilares se ejecutan con perfiles UPN-180, dispuestos en dos alineaciones longitudinales, mientras que las vigas principales o dinteles se resuelven con perfiles UPN-220, capaces de salvar las luces de 5,00 m entre pórticos con la rigidez necesaria frente a las deformaciones admisibles de servicio.

El conjunto estructural presenta una configuración ligera, funcional y estable, adecuada para su uso como edificación auxiliar de control de accesos. La solución adoptada optimiza la relación entre peso propio, rigidez y facilidad de montaje, cumpliendo los requisitos de seguridad estructural y de durabilidad exigidos en el Código Estructural y el CTE DB-SE.

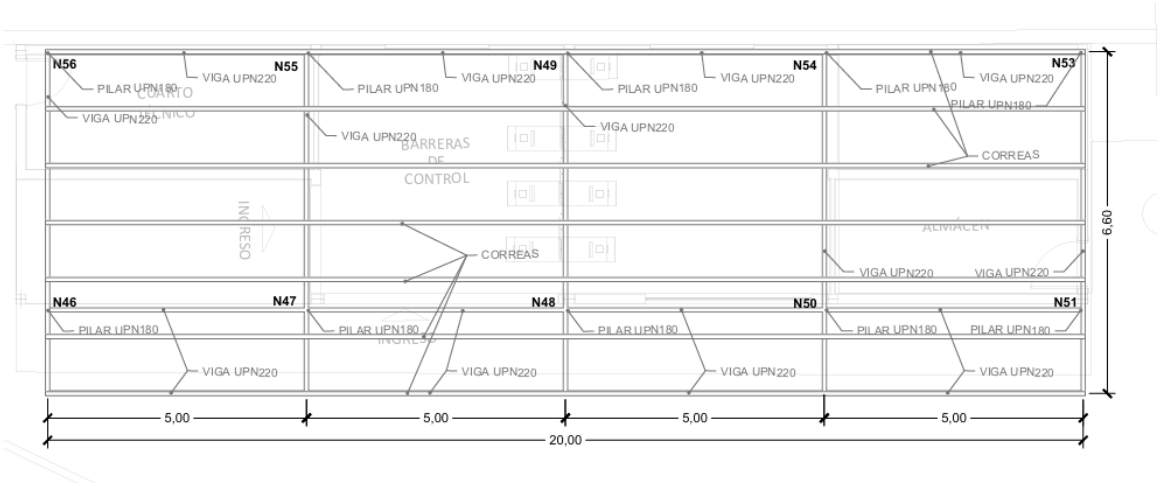


Ilustración 34. Visualización de elementos estructurales

Correas de cubierta: Sobre los dinteles se disponen correas metálicas conformadas en frío tipo ZF-160×3,0 mm, separadas 1,00 m entre ejes, que sirven de soporte a los paneles de cubierta ligera. Estas correas se fijan mediante tornillería autotaladrante galvanizada, garantizando un montaje rápido y resistente. Además de transmitir las cargas verticales de peso propio, viento y nieve, las correas contribuyen al arriostramiento transversal de los pórticos, mejorando la rigidez frente a la torsión y el pandeo lateral de los perfiles principales.

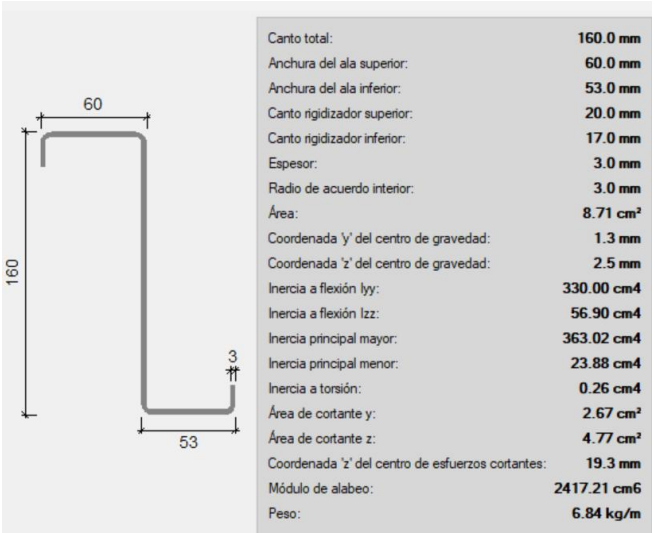


Ilustración 35. Correa tipo ZF-160x3,0 proyectada.

La cimentación del edificio se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 (acero B500S), unidas entre sí por vigas centradoras y de atado, que garantizan el equilibrio frente a excentricidades, la uniformidad de asientos y la estabilidad global de la estructura.

El esquema de cimentación se adapta a la disposición de los cinco pórticos metálicos, con diez zapatas alineadas en planta, dispuestas en dos filas longitudinales bajo los pilares. El dimensionamiento y la geometría de cada zapata se han definido de forma que todas las cimentaciones queden contenidas dentro del ámbito de la plataforma del edificio, sin invadir el andén , las zonas de acceso y servicios que se ubican en la zonas perimetrales. Esta restricción ha condicionado la disposición de las zapatas excéntricas en el borde sur, y la incorporación de vigas centradoras para recentrar esfuerzos y mantener tensiones uniformes en la base.

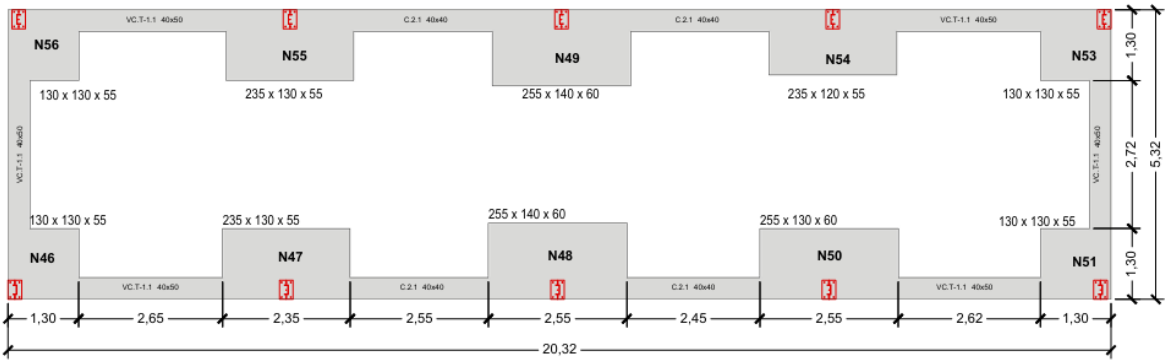


Ilustración 36. Detalle cimentación edificio control de accesos

Las tipologías principales son las siguientes:

- **Zapatas de esquina:** De tipo rectangular excéntrica (130×130×55 cm), situadas en los extremos longitudinales. Se dimensionan con mayor canto (55 cm) para limitar giros por excentricidad, y se vinculan mediante vigas de atado tipo (40×50 cm).
- **Zapatas intermedias:** De tipo cuadrada (235×130×55 cm y 255×140×60 cm), centradas bajo los pilares interiores. Las mayores dimensiones longitudinales compensan las cargas de los vanos centrales y los momentos inducidos por las vigas centradoras.
- **Zapatas centrales:** De tipo 130×130×55 cm, con canto uniforme de 55 cm. Se enlazan mediante vigas longitudinales de atado (40×50 cm), que contribuyen al arriostramiento del conjunto.

El sistema de zapatas y vigas se completa con centradoras (40×40 cm) dispuestas entre apoyos intermedios, encargadas de absorber los esfuerzos axiles que equilibran las excentricidades del borde sur.

Las zapatas quedarán enterradas 0,25 m bajo la cota de solera, de modo que la rasante final del pavimento y las instalaciones de servicios puedan ejecutarse sin interferencias estructurales.

Las zapatas incorporan doble parrilla de armadura inferior y superior, con anclajes en patilla y solapes reglamentarios conforme al Artículo 49.5 del Código Estructural. Las zapatas excéntricas disponen de refuerzos de borde en la zona traccionada, mientras que las centradas presentan cuantía uniforme en ambas direcciones.

Las vigas de atado y centradoras incluyen armadura longitudinal superior e inferior con estribos cerrados a paso regular. Las centradoras se dimensionan para resistir los esfuerzos de tracción o compresión derivados de las cargas excéntricas, garantizando tensiones homogéneas en la base del terreno.

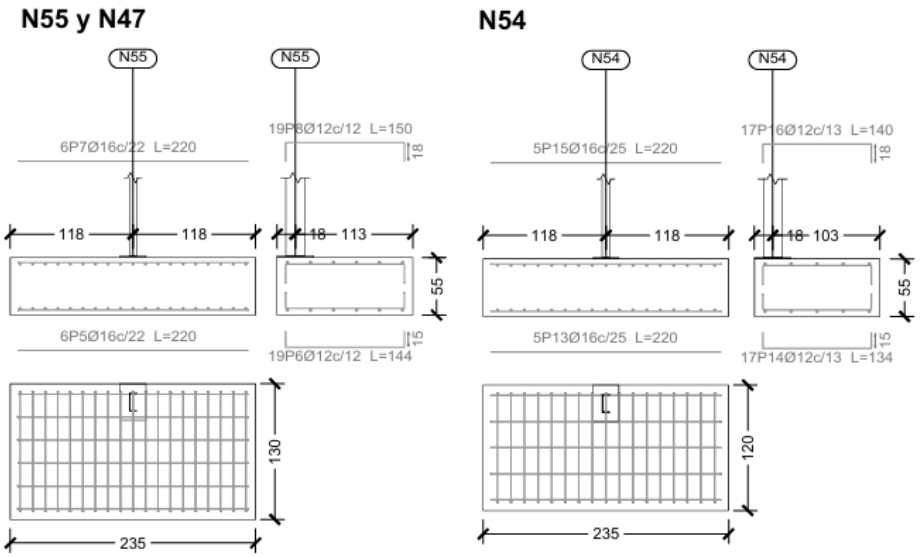


Ilustración 37. Detalle armado zapatas edificio de control de accesos

8.6 Ampliación de andén existente

La ampliación del andén tiene por objeto extender la plataforma peatonal existente mediante la ejecución de un nuevo cuerpo estructural adosado al andén actual. La solución adoptada consiste en un conjunto monolítico formado por una losa superior de andén, un muro de contención y una zapata corrida de cimentación, todos ellos ejecutados en hormigón armado HA-30, que se integran con la estructura existente mediante barras de anclaje corrugadas Ø20 B500S.

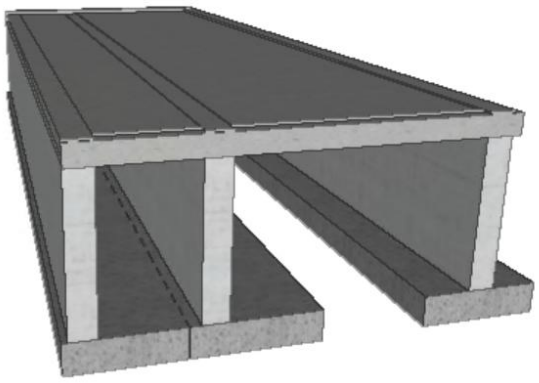


Ilustración 38. Vista 3D ampliación andén

8.6.1 Descripción del conjunto

El conjunto estructural se compone de los siguientes elementos:

- **Losa superior de andén:** De 0,20 m de espesor y 1,00 m de ancho en planta, constituye el recrecido superior que prolonga la superficie de uso del andén actual.
- **Muro de contención:** De 1,70 m de altura libre y 0,25 m de espesor. Su función es resistir los empujes del relleno y transmitir al cimiento las cargas verticales procedentes del nuevo vuelo del andén. En conjunto con la losa superior forma una sección en “L” invertida, trabajando a flexión y cortante en su plano.
- **Zapata corrida de cimentación:** De 0,90 m de ancho y 0,30 m de canto, dispuesta bajo el eje del muro. Esta zapata se ha dimensionado para adaptarse a la geometría del andén existente, el cual presenta un saliente de 10 cm, de manera que el borde del cimiento queda alineado con el paramento del muro existente.

En conjunto, la estructura presenta una altura total de aproximadamente 2,00 m desde la base de la zapata hasta la coronación de la losa con una pendiente hacia el exterior del andén de 0,5%.

8.6.2 Cargas de proyecto

En el dimensionamiento se han considerado las siguientes acciones:

- Peso propio del hormigón armado (γ = 25 kN/m³).

- Peso de acabados y pavimento sobre la losa: 1 kN/m².
- Sobrecarga de uso peatonal: 5 kN/m², según CTE DB-SE-AE.
- Carga lineal en borde exterior del andén correspondiente al peso de los paneles: incluida como acción permanente puntales sobre la losa.

Las combinaciones de cálculo se han establecido según el CTE DB-SE, con los coeficientes parciales de seguridad del Código Estructural.

8.6.3 Armaduras adoptadas

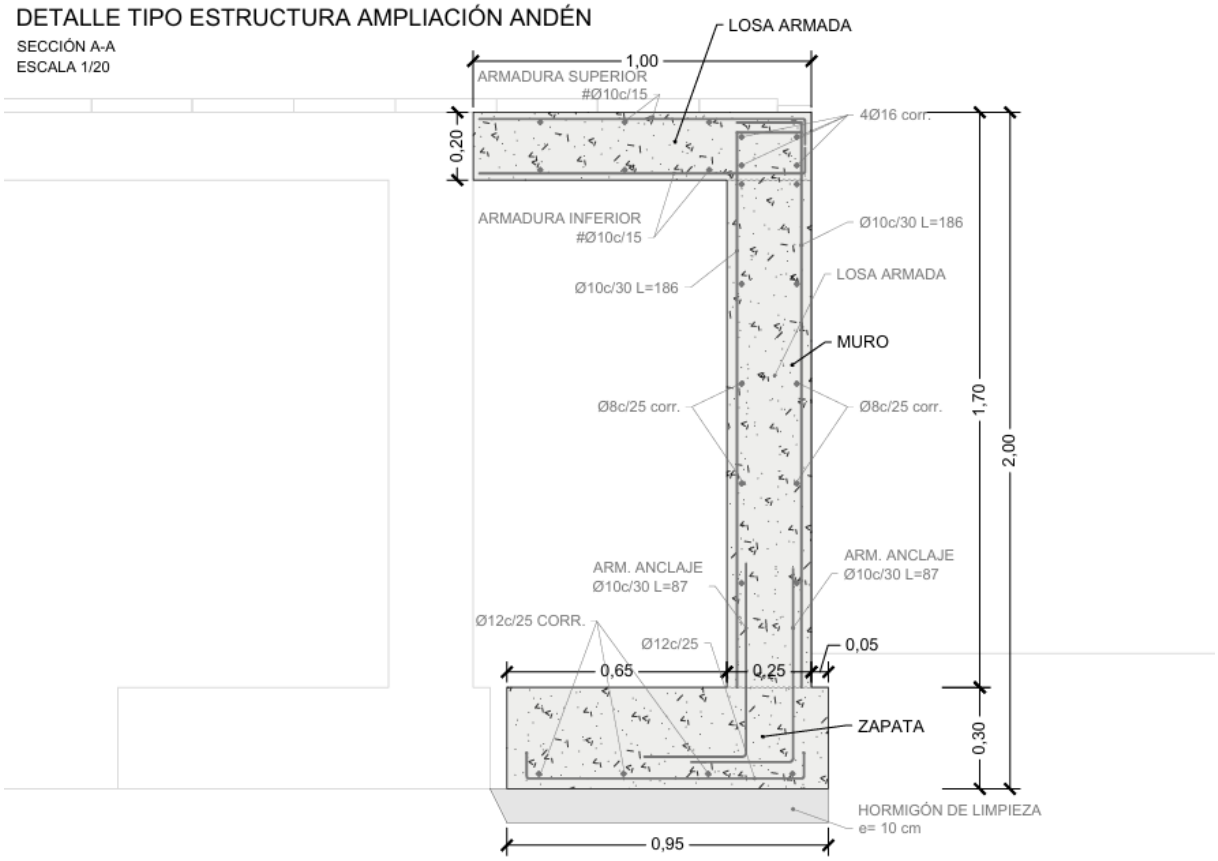


Ilustración 39. Detalle armado andén

a) Losa superior del andén (espesor 0,20 m). La losa se ha armado con doble mallazo, superior e inferior, de barras Ø10 cada 15 cm en ambas direcciones. Las armaduras se prolongan sobre el muro mediante esperas verticales, garantizando la continuidad estructural entre los elementos. Además, en la junta con el andén existente se disponen barras Ø20 B500S a tracción, separadas 1,00 m, ancladas 0,81 m en el hormigón antiguo (HA-25) y 0,73 m en el nuevo (HA-30), según las verificaciones del Artículo 49.5 del Código Estructural.

b) Muro de contención (espesor 0,25 m, altura 1,70 m) El muro se ha armado con doble cara de acero:

- Armadura vertical principal: Ø10 cada 30 cm, situada en ambas caras, anclada en la zapata inferior.
- Armadura horizontal de reparto: Ø8 cada 25 cm, también en ambas caras. Esta disposición proporciona la resistencia necesaria a flexión en el plano del muro y asegura el control de fisuración por retracción y temperatura.

c) Zapata corrida de cimentación (0,90 × 0,30 m)

- Armadura principal inferior, en dirección longitudinal: Ø12 cada 25 cm.
- Armadura transversal inferior: Ø12 cada 25 cm.
- Armadura superior de anclaje: Ø10 cada 30 cm. En los puntos de arranque del muro, las barras se prolongan hasta garantizar el anclaje y monolitismo del conjunto.

El conjunto garantiza la resistencia estructural, durabilidad y funcionalidad requeridas, cumpliendo con las disposiciones del Código Estructural y el CTE DB-SE. La disposición de armaduras y los recubrimientos definidos aseguran un comportamiento estable frente a las acciones verticales, el peso del nuevo recrecido y los empujes transmitidos al terreno, manteniendo la continuidad y seguridad del andén ampliado.

8.6.4 Pernos de anclaje en anden existente

El presente apartado tiene por objeto definir, dimensionar y justificar el sistema de anclaje que garantiza la conexión estructural entre la nueva losa de recrecido del andén y la estructura existente.

La actuación consiste en la ampliación del andén mediante la ejecución de una losa de hormigón armado de 0,20 m de espesor, adosada lateralmente al andén original, con el fin de aumentar la superficie útil de embarque y mantener la cota de uso actual. Para asegurar la solidarización estructural entre ambos cuerpos —existente y nuevo—, se dispone una línea de barras corrugadas de acero B500S, Ø20 mm, empotradas parcialmente en el andén original y ancladas en la nueva losa.

Esta conexión permite la transmisión de esfuerzos de cortante y tracción en el plano de contacto, garantizando el comportamiento monolítico de ambas masas de hormigón y evitando deslizamientos o fisuración en la junta.

Los datos de partida del cálculo son los siguientes:

- **Hormigón existente**: tipo HA-25, adoptado como hipótesis desfavorable al desconocerse su resistencia exacta (criterio conservador de seguridad).
- **Hormigón nuevo**: tipo HA-30, en cumplimiento de las prescripciones del Código Estructural para elementos estructurales in situ de clase de exposición XC2 (ambiente moderadamente húmedo).
- **Acciones sobre el andén**:

- Sobrecarga de uso: 5 kN/m², correspondiente al tránsito de peatones y cargas de mantenimiento (CTE DB-SE-AE).
- Peso propio de pavimento y acabados: 1 kN/m².
- Carga total considerada: 6 kN/m² (acción vertical característica sobre la losa).

- **Ancho del recrecido**: 0,20 m, con los anclajes dispuestos en su eje medio.
- **Separación de anclajes**: 1,00 m, equivalente a una barra Ø20 por metro lineal de junta.

El dimensionamiento del sistema se realiza conforme a las reglas de anclaje y empalme de armaduras pasivas recogidas en el Artículo 49.5 del Código Estructural, que establece las condiciones generales, las longitudes mínimas y los coeficientes de corrección aplicables en función del tipo de anclaje (recto o con gancho).

La metodología seguida parte de la formulación general del Artículo 49.5 del Código Estructural, que define la longitud básica de anclaje mediante el equilibrio entre la tensión de cálculo del acero y la capacidad de adherencia del hormigón:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

- ϕ: diámetro de la barra (20 mm).
- σ_{sd}: tensión de cálculo del acero, tomada igual a $f_{yd} = 435$ MPa.
- f_{bd}: tensión de adherencia de cálculo, función de la resistencia característica del hormigón y de las condiciones de adherencia (según Tabla 49.5.1.2.a).

A partir de esta longitud básica, se obtiene la longitud de anclaje de proyecto l_b, aplicando los factores de corrección α_io βsegún el tipo de anclaje (recto o con gancho), y verificando que:

$$l_b \geq l_{b,\min} = \max\{10\phi,\ 150\ \text{mm},\ \tfrac{1}{3}l_b\}$$

La verificación incluye también la comprobación del cortante en el acero de la barra, para asegurar que la barra Ø20 no sea el elemento limitante ante las acciones de diseño, y el análisis del cortante transmitido por metro lineal de junta, determinado por la carga vertical de la losa.

8.6.4.1 Parámetros adoptados para el cálculo del anclaje

Con el fin de determinar las longitudes de anclaje necesarias para garantizar la adherencia entre las barras corrugadas y el hormigón, se establecen los siguientes parámetros de cálculo, definidos conforme a los artículos del Código Estructural relativos al dimensionamiento de armaduras pasivas (Art. 49.5.1.1 y 49.5.1.2):

a) Propiedades del acero

El acero empleado es de tipo B500S, con una resistencia característica a tracción

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

y un coeficiente parcial de seguridad para el acero de

$$\gamma_s = 1{,}15$$

(Art. 10.2.3 del Código Estructural). De ello se obtiene la resistencia de cálculo del acero:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1{,}15} = 435 \text{ MPa}$$

Este valor representa la tensión máxima admisible en el acero en situación de cálculo último, utilizada para determinar la longitud básica de anclaje $l_{b,rqd}$.

El acero B500S presenta características mecánicas y de adherencia adecuadas para su uso en estructuras de hormigón armado, cumpliendo los requisitos de la norma UNE 36065 y disponiendo de corrugas de alta adherencia conforme a lo indicado en el Artículo 34.2 del Código Estructural.

b) Diámetro de las barras

Las barras de conexión adoptadas son de Ø20 mm, valor que ofrece una adecuada relación entre capacidad resistente, facilidad de perforación en el hormigón existente y compatibilidad geométrica con el espesor del recrecido (0,20 m).

c) Propiedades del hormigón existente

El andén existente se ha ejecutado en hormigón de resistencia desconocida; por criterio de seguridad, se adopta una resistencia característica conservadora de fck = 25 MPa, equivalente a un hormigón HA-25. Esta elección representa la hipótesis más desfavorable en cuanto a capacidad de adherencia, asegurando que el diseño sea válido incluso si la resistencia real del hormigón es inferior. Los valores de adherencia se obtienen según la tabla del Artículo 49.5.1.2.a, que relaciona la tensión de adherencia de cálculo f_{bd}con la resistencia del hormigón.

d) Propiedades del hormigón nuevo

El recrecido se ejecutará con hormigón HA-30, con consistencia plástica, árido máximo de 20 mm. Este tipo de hormigón presenta una mejor capacidad de adherencia y durabilidad, lo que permite reducir ligeramente la longitud necesaria de anclaje en la parte nueva respecto a la zona de empotramiento en el hormigón antiguo. El valor de resistencia a tracción de cálculo f_{ctd}y, por tanto, de adherencia f_{bd}, se obtienen directamente del Artículo 49.5 y del Anejo 19 del Código Estructural.

e) Condiciones de adherencia

Se consideran condiciones de adherencia “buenas”, conforme a la definición del Artículo 49.5.1.1, al tratarse de barras de diámetro moderado insertadas en taladros limpios, libres de polvo y humedad, y fijadas mediante resina epoxídica certificada con ETA. Esta condición implica un contacto eficaz entre

el acero y el material de relleno, permitiendo el uso de los valores completos de adherencia establecidos para el cálculo. En caso de ejecutarse la parte nueva antes del fraguado total del recrecido, las barras quedarán embebidas en hormigón fresco, alcanzándose adherencia directa conforme a las prescripciones de la norma.

8.6.4.2 Cálculo de longitud de anclaje

Anclaje en el hormigón EXISTENTE (HA-25) – Barra recta

En la zona de empotramiento dentro del andén existente se adopta como base un hormigón HA-25, caso más desfavorable de adherencia. Aplicando los coeficientes de corrección correspondientes al acero B500S y a las condiciones de adherencia buenas, se obtiene una longitud neta de anclaje necesaria de:

$$\boxed{l_{b,\text{neta}}^{(\text{existente, recto})} = 0{,}81 \text{ m}}$$

Esta longitud garantiza el anclaje completo de la barra, asegurando que la transmisión de esfuerzos entre el hormigón antiguo y el acero se produce sin riesgo de arrancamiento o fisuración local. El valor cumple sobradamente el mínimo geométrico exigido por el Artículo 49.5.1.1 y se ajusta a las prácticas constructivas habituales para anclajes postinstalados en estructuras existentes.

El empotramiento se realiza mediante taladro y resina epoxídica de alta adherencia con marcado ETA**,** de forma que la resistencia real de la interfaz acero-resina-hormigón sea superior a la obtenida por la adherencia directa reglamentaria.

Anclaje en el hormigón NUEVO (HA-30)

En la parte correspondiente al nuevo hormigón se utiliza HA-30 de mayor resistencia y, por tanto, con mejor capacidad de adherencia. Se analizan dos configuraciones posibles de anclaje: recto **y** con patilla/gancho**.**

- Opción recta (recomendada en obra): El anclaje recto permite una ejecución sencilla y un control más preciso de la posición de la barra durante el hormigonado. El cálculo arroja una longitud neta de anclaje de:

$$\boxed{l_{b,\text{neta}}^{(\text{nuevo, recto})} = 0{,}73 \text{ m}}$$

- Opción con patilla o gancho: Si se dispone una patilla o gancho de anclaje conforme a la Tabla 49.5.1.2.b**,** puede aplicarse un coeficiente reductor β = 0,7**,** siempre que se cumplan los recubrimientos mínimos y radios de doblado. La longitud neta de anclaje equivalente sería:

$$\boxed{l_{b,\text{neta}}^{(\text{nuevo, con patilla})} \approx 0{,}51 \text{ m}}$$

Dado que el espesor de la losa de recrecido es de 0,20 m, no resulta viable desarrollar una patilla vertical de Ø20 mm sin comprometer los recubrimientos mínimos exigidos por el Artículo 44.2.1.

Por todo lo anterior, y considerando tanto los resultados obtenidos como las limitaciones geométricas del recrecido, se adopta como solución definitiva el anclaje recto de las barras Ø20 B500S, con las siguientes longitudes de empotramiento:

- En el hormigón nuevo (HA-30): $l_b = 0{,}73$ m
- En el hormigón existente (HA-25): $l_b = 0{,}81$ m

Esta configuración asegura el desarrollo completo de la adherencia entre el acero y el hormigón en ambos lados de la junta, evitando interferencias constructivas dentro del espesor de la losa (0,20 m) y garantizando la transmisión eficaz de los esfuerzos entre el andén original y el recrecido proyectado, de acuerdo con los criterios establecidos en el Artículo 49.5 del Código Estructural.

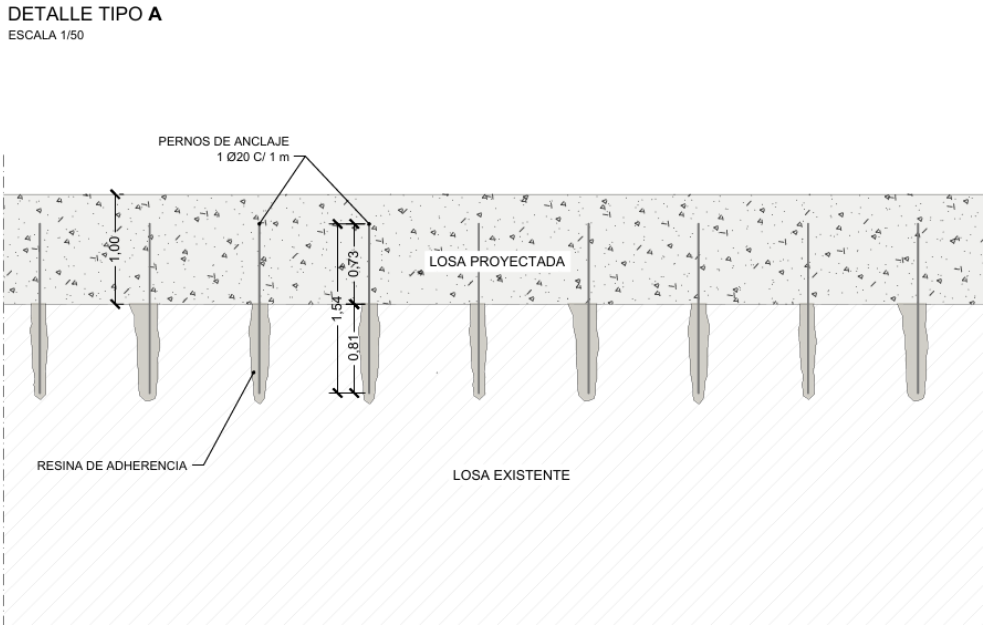


Ilustración 40. Detalle pernos de anclaje

8.6.4.3 Comprobación de resistencia a cortante

Para una comprobación conservadora, se toma como valor plástico aproximado de la resistencia a cortante del acero:

$$V_{Rd,s} = 0{,}5\, f_{yd}\, A_s$$

donde el factor 0,5 representa la relación empírica entre el esfuerzo cortante plástico y el esfuerzo axial máximo del acero (hipótesis habitual en comprobaciones de anclajes tipo pasador o conector).

Sustituyendo los valores:

$$V_{Rd,s} = 0{,}5 \times 435\text{MPa} \times 314\ \text{mm}^2 = 68{,}3\ \text{kN}$$

Por tanto, la resistencia de cálculo del acero a cortante es:

$$\boxed{V_{Rd,s} \approx 68 \text{ kN por barra}}$$

Comparación con la demanda de cálculo

$$V_{Ed} \ll V_{Rd,s} \quad \Rightarrow \quad 1{,}6 \text{ kN} < 68 \text{ kN}$$

La capacidad resistente del acero de la barra supera en más de un orden de magnitud la demanda de cálculo. Por tanto, el acero Ø20 queda sobradamente verificado frente a cortante, y no limita el comportamiento del sistema de unión.

El modo de fallo crítico corresponde, por tanto, a la adherencia entre acero y hormigón (analizada en los apartados anteriores) o a la capacidad de arrancamiento del anclaje postinstalado, que deberá justificarse mediante la ETA del sistema químico seleccionado (por ejemplo, Sika, Hilti o Fischer), según exige el Código Estructural (Art. 49.5).

En consecuencia, con las longitudes de anclaje adoptadas y el paso de 1,00 m entre conectores, el conjunto cumple las condiciones de seguridad frente a cortante, adherencia y durabilidad, garantizando la correcta transmisión de esfuerzos entre la losa de recrecido y la estructura existente.

9 REPARACIÓN DE ANDENES EXISTENTES

La estación de Petra posee dos andenes, de 90 m de longitud cada uno, paralelos y con principio y final en idénticos PPKK, encontrándose ambos en servicio. El andén de vía 1 corresponde a sentido de circulación Manacor, mientras que el de vía 2 corresponde al sentido Palma. El andén de vía 1 es notablemente más ancho (5 m) que el de vía 2 (3 m). La tipología constructiva de ambos es de muros de hormigón prefabricado en paramentos verticales tanto de lado vía, como de lado calle. En cuanto al forjado de los andenes su tipología es de losa armada in situ sin aligerar, apoyada sobre los muros de andén en sus extremos. Ambas estructuras son iguales con la siguiente geometría:

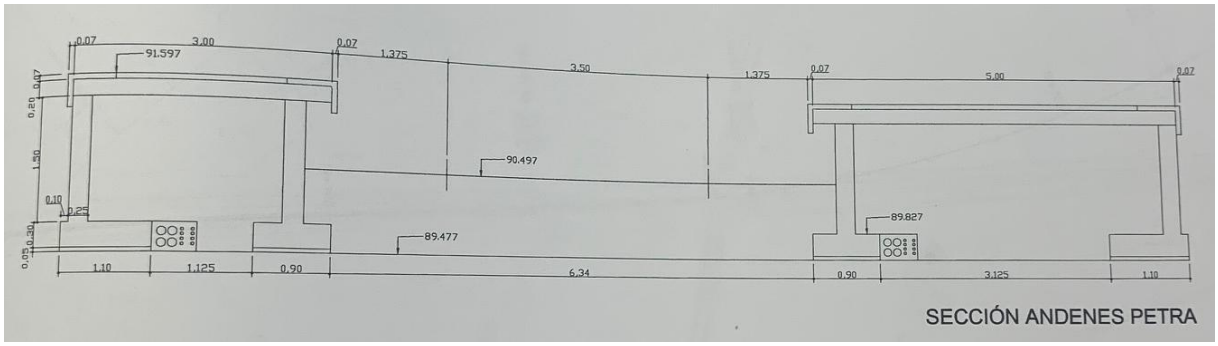


Ilustración 41. Sección andenes Petra existentes

En octubre de 2024 SFM ha llevado a cabo el Estudio de PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES de la Estación de Petra cuyo objeto es la reparación de los desórdenes y patologías observados, así como para incrementar la durabilidad de las mismas.

En general se detectan fisuras, humedades, eflorescencias y corrosión en las armaduras.

Para la reparación se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- **Reemplazo de sellado de juntas de dilatación** con pérdida de material o con sellado inadecuado. Rellenado de junta con material que permita dilataciones térmicas.
- **Inyección de grietas** (> 2 mm) y sellado superficial de fisuras (< 2 mm) tanto en paramentos verticales, como horizontales.
- **Reparación de hormigón** con daños por humedad, corrosión de armaduras o por ejecución de orificios. Pasivación de armaduras expuestas y tapado de las mismas con mortero.
- **Incremento de recubrimientos de hormigón** o alternativamente tratamiento mediante mortero cementoso elástico a la totalidad de las superficies de la estructura expuestas.
- **Impermeabilización** bajo pavimentos de andenes.
- **Creación de sistemas de ventilación y aireación de paramentos** interiores de andenes.
- **Rellenado con mortero** de cemento en zonas con deficiencias o recubrimiento insuficiente

originados por un mal encofrado del hormigón, en particular en cara inferior de forjado de andén de vía 2.

En el anexo VIII se adjunta documento completo con la descripción de los trabajos a realizar que se suman al presupuesto del presente proyecto.

A continuación, se anexa los cálculos realizados a todas la estructuras descritas en el documento

ANEXOS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

ANEXO I: CÁLCULO MARQUESINA 1 APARCAMIENTO

1. DATOS DE OBRA

1.1. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.1.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_d} A_d + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_d} A_d + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
A_d Acción accidental
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
γ_{Ad} Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

2. CIMENTACIÓN

2.1. Elementos de cimentación aislados

2.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N37	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 220 cm Ancho zapata Y: 320 cm Canto: 70 cm	Sup X: 16Ø16c/20 Sup Y: 11Ø16c/20 Inf X: 16Ø16c/20 Inf Y: 11Ø16c/20
N9, N15, N21 y N27	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 250 cm Ancho zapata Y: 350 cm Canto: 80 cm	Sup X: 13Ø20c/27 Sup Y: 9Ø20c/28 Inf X: 13Ø20c/27 Inf Y: 9Ø20c/28

2.1.2. Medición

Referencias: N3 y N37		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	16x2.05 16x3.24	32.80 51.77
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	11x3.05 11x4.81	33.55 52.95
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	16x2.05 16x3.24	32.80 51.77
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	11x3.05 11x4.81	33.55 52.95
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	132.70 209.44	 209.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	145.97 230.38	 230.38

Referencias: N9, N15, N21 y N27		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.35 13x5.80	30.55 75.34
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.35 9x8.26	30.15 74.35
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.35 13x5.80	30.55 75.34
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.35 9x8.26	30.15 74.35

Referencias: N9, N15, N21 y N27		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	121.40 299.38	 299.38
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	133.54 329.32	 329.32

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3 y N37	2x230.38		460.76	2x4.93	2x0.70
Referencias: N9, N15, N21 y N27		4x329.32	1317.28	4x7.00	4x0.88
Totales	460.76	1317.28	1778.04	37.86	4.91

2.1.3. Comprobación

Referencia: N3
Dimensiones: 220 x 320 x 70
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.032 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 352.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 60.6 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.69	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.73	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 48.57 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 98.07 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 31.69 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 76.62 kN	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 220 x 320 x 70 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 225.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 64.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 95.5 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 60 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 220 x 320 x 70 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 47.89 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 7.16 kN, Axil concomitante: 102.71 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 86.42 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 185.33 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 767.83 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 527.88 kN		

Referencia: N9 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.057 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 609.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.4 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.37	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.65	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 88.33 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 158.27 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 51.01 kN	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 108.01 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 299.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 99.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 130.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 66.16 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 12.32 kN, Axil concomitante: 141.88 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 132.46 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 284.05 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 930.38 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 664.53 kN

Referencia: N15 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.054 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 617.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.73	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.65	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 84.09 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 148.53 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 48.56 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 101.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 285.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 99.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 126.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N15:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 68.31 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 11.92 kN, Axil concomitante: 146.49 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 132.46 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 284.05 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 930.38 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 664.53 kN		

Referencia: N21 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.054 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 617.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		

Referencia: N21 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.73	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.65	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 84.09 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 148.53 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 48.56 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 101.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 285.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 99.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 126.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		

Referencia: N21
Dimensiones: 250 x 350 x 80
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 68.31 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 11.92 kN, Axil concomitante: 146.49 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 132.46 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 284.05 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 930.38 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 664.53 kN

Referencia: N27
Dimensiones: 250 x 350 x 80
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.056 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple

Referencia: N27 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 609.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.56	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.63	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 86.20 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 154.20 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 49.74 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 105.16 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 292.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 97.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 128 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N27:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N27 Dimensiones: 250 x 350 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/28 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 66.82 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 12.02 kN, Axil concomitante: 143.30 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 131.53 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 282.07 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 930.38 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 664.53 kN

Referencia: N37 Dimensiones: 220 x 320 x 70 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.032 MPa	Cumple

Referencia: N37 Dimensiones: 220 x 320 x 70 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 353.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 44.2 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.34	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.75	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 50.36 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 101.76 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 32.86 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 79.46 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 233.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 66.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 98.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N37:	Mínimo: 60 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N37
Dimensiones: 220 x 320 x 70
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 47.23 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 7.45 kN, Axil concomitante: 101.28 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 87.34 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 187.31 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 767.83 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 527.88 kN

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Geometría..... 2
1.1.1. Nudos..... 2
1.1.2. Barras..... 2
1.2. Cargas..... 5
1.2.1. Barras..... 5
1.3. Resultados..... 9
1.3.1. Nudos..... 9
1.3.2. Barras..... 114
1.3.3. Sismo..... 482

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	7.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	7.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	7.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	7.500	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	15.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	15.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	15.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	15.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	22.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	22.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	22.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	22.500	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	30.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	30.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N28	30.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	30.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	37.190	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N38	37.190	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	37.190	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	37.190	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

1.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 10025-2)	N3/N4	N3/N4	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N9/N10	N9/N10	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N15/N16	N15/N16	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N21/N22	N21/N22	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N27/N28	N27/N28	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N37/N38	N37/N38	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N2/N4	N2/N6	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N4/N6	N2/N6	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N8/N10	N8/N12	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N10/N12	N8/N12	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N14/N16	N14/N18	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N16/N18	N14/N18	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N20/N22	N20/N24	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N22/N24	N20/N24	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N26/N28	N26/N30	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N28/N30	N26/N30	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N40/N38	N40/N39	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N38/N39	N40/N39	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N3/N4, N9/N10, N15/N16, N21/N22, N27/N28 y N37/N38
2	N2/N6, N8/N12, N14/N18, N20/N24, N26/N30 y N40/N39

Características mecánicas

Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 10025-2)	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
		2	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición

Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 10025-2)	N3/N4	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N9/N10	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N15/N16	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N21/N22	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N27/N28	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N37/N38	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N2/N6	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N8/N12	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N14/N18	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N20/N24	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N26/N30	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N40/N39	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición

Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (EN 10025-2)	HEB	HE 220 B	18.600	88.099	88.099	0.169	1.290	1.290	1328.69	10128.75	10128.75
			HE 320 B	69.499			1.121			8800.06		

1.1.2.6. Medición de superficies

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
			$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
			$Vy_{máx}$	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
			$Vz_{mín}$	-31.129	-27.989	-23.278	-20.138	-15.427	-10.716	-7.576	-2.865	0.000
			$Vz_{máx}$	-31.129	-27.989	-23.278	-20.138	-15.427	-10.716	-7.576	-2.865	0.275
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-87.64	-70.84	-49.00	-36.67	-21.52	-10.38	-5.18	-0.74	0.00
			$My_{máx}$	-87.64	-70.84	-49.00	-36.67	-21.52	-10.38	-5.18	-0.74	0.00
			$Mz_{mín}$	-4.54	-4.08	-3.40	-2.95	-2.27	-1.59	-1.13	-0.45	0.00
			$Mz_{máx}$	0.14	0.13	0.10	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-0.455	-0.727	-1.135	-1.407	-1.361	-0.952	-0.680	-0.272	0.000
			$N_{máx}$	0.455	0.727	1.135	1.407	1.815	2.223	2.496	2.904	3.176
			$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
			$Vy_{máx}$	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
			$Vz_{mín}$	-31.680	-28.539	-23.829	-20.688	-15.977	-11.267	-8.126	-3.416	-0.275
			$Vz_{máx}$	-31.405	-28.264	-23.553	-20.413	-15.702	-10.992	-7.851	-3.140	0.000
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-90.76	-73.66	-51.35	-38.70	-23.08	-11.47	-5.97	-1.05	0.00
			$My_{máx}$	-89.20	-72.25	-50.17	-37.69	-22.30	-10.93	-5.57	-0.89	0.00
			$Mz_{mín}$	-4.54	-4.08	-3.40	-2.95	-2.27	-1.59	-1.13	-0.45	0.00
			$Mz_{máx}$	0.14	0.13	0.10	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00

1.3.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N3/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-199.684	-199.287	-199.021	-198.691	-198.294	-197.897	-197.499	-197.301	-196.903
		$N_{máx}$	59.458	59.753	59.950	60.194	60.488	60.782	61.077	61.224	61.518
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-2.585	-2.585	-2.585	-2.585	-2.585	-2.585	-2.585
		$Vy_{máx}$	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585	2.585
		$Vz_{mín}$	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739	-10.739
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-42.10	-37.59	-34.57	-30.83	-26.32	-21.81	-17.30	-15.05	-10.54
		$My_{máx}$	35.40	31.61	29.07	25.93	22.13	18.34	14.55	12.65	8.86
		$Mz_{mín}$	-17.50	-7.00	-6.20	-5.30	-4.21	-3.13	-2.04	-1.50	-0.42
		$Mz_{máx}$	8.01	6.93	6.20	5.30	4.21	3.13	2.04	1.50	0.42

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N9/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-319.668	-319.270	-319.004	-318.675	-318.277	-317.880	-317.483	-317.284	-316.887
		$N_{máx}$	100.885	101.179	101.376	101.620	101.914	102.209	102.503	102.650	102.944
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486
		$Vy_{máx}$	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
		$Vz_{mín}$	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480	-18.480
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	10.528	10.528	10.528	10.528	10.528	10.528	10.528
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-72.44	-64.68	-59.49	-53.04	-45.28	-37.52	-29.77	-25.89	-18.13
		$My_{máx}$	41.27	36.85	33.89	30.22	25.80	21.38	16.96	14.75	10.33
		$Mz_{mín}$	-17.50	-9.34	-8.36	-7.15	-5.68	-4.22	-2.76	-2.02	-0.56
		$Mz_{máx}$	10.81	9.34	8.36	7.15	5.68	4.22	2.76	2.02	0.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N15/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-309.236	-308.838	-308.572	-308.242	-307.845	-307.448	-307.051	-306.852	-306.455
		$N_{máx}$	93.966	94.260	94.457	94.702	94.996	95.290	95.584	95.731	96.026
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486
		$Vy_{máx}$	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
		$Vz_{mín}$	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-70.09	-62.58	-57.55	-51.32	-43.81	-36.31	-28.80	-25.04	-17.54

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
		$My_{máx}$	35.36	31.57	29.04	25.89	22.10	18.32	14.53	12.63	9.31
		$Mz_{mín}$	-17.50	-9.34	-8.36	-7.15	-5.68	-4.22	-2.76	-2.02	-0.56
		$Mz_{máx}$	10.81	9.34	8.36	7.15	5.68	4.22	2.76	2.02	0.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N21/N22	Acero laminado	$N_{mín}$	-309.236	-308.838	-308.572	-308.242	-307.845	-307.448	-307.051	-306.852	-306.455
		$N_{máx}$	93.966	94.260	94.457	94.702	94.996	95.290	95.584	95.731	96.026
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486	-3.486
		$Vy_{máx}$	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
		$Vz_{mín}$	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881	-17.881
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021	9.021
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-70.09	-62.58	-57.55	-51.32	-43.81	-36.31	-28.80	-25.04	-17.54
		$My_{máx}$	35.36	31.57	29.04	25.89	22.10	18.32	14.53	12.63	9.31
		$Mz_{mín}$	-17.50	-9.34	-8.36	-7.15	-5.68	-4.22	-2.76	-2.02	-0.56
		$Mz_{máx}$	10.81	9.34	8.36	7.15	5.68	4.22	2.76	2.02	0.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N27/N28	Acero laminado	$N_{mín}$	-312.464	-312.067	-311.801	-311.471	-311.074	-310.676	-310.279	-310.081	-309.683
		$N_{máx}$	97.755	98.049	98.246	98.490	98.785	99.079	99.373	99.520	99.814
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-3.453	-3.453	-3.453	-3.453	-3.453	-3.453	-3.453
		$Vy_{máx}$	3.453	3.453	3.453	3.453	3.453	3.453	3.453	3.453	3.453
		$Vz_{mín}$	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037	-18.037
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	10.157	10.157	10.157	10.157	10.157	10.157	10.157
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-70.70	-63.13	-58.06	-51.77	-44.20	-36.63	-29.05	-25.27	-17.69
		$My_{máx}$	39.81	35.55	32.69	29.15	24.89	20.62	16.36	14.23	9.96
		$Mz_{mín}$	-17.50	-9.25	-8.28	-7.08	-5.63	-4.18	-2.73	-2.01	-0.56
		$Mz_{máx}$	10.70	9.25	8.28	7.08	5.63	4.18	2.73	2.01	0.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.701 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N37/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-206.982	-206.585	-206.319	-205.989	-205.592	-205.195	-204.798	-204.599	-204.202
		$N_{máx}$	62.588	62.882	63.079	63.324	63.618	63.912	64.206	64.354	64.648
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-2.628	-2.628	-2.628	-2.628	-2.628	-2.628	-2.628
		$Vy_{máx}$	2.628	2.628	2.628	2.628	2.628	2.628	2.628	2.628	2.628
		$Vz_{mín}$	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182	-11.182
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	9.401	9.401	9.401	9.401	9.401	9.401	9.401
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-43.84	-39.14	-36.00	-32.10	-27.40	-22.71	-18.01	-15.67	-10.97
		$My_{máx}$	36.86	32.91	30.27	26.99	23.04	19.09	15.15	13.17	9.23
		$Mz_{mín}$	-17.50	-7.04	-6.30	-5.39	-4.28	-3.18	-2.08	-1.53	-0.42
		$Mz_{máx}$	8.15	7.04	6.30	5.39	4.28	3.18	2.08	1.53	0.42

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N2/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-5.504	-5.240	-4.845	-4.581	-4.185	-3.790	-3.526	-3.130	-2.866
		$N_{máx}$	5.504	5.768	6.163	6.427	6.823	7.218	7.482	7.878	8.142
		$Vy_{mín}$	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785
		$Vy_{máx}$	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
		$Vz_{mín}$	-0.477	-3.909	-7.923	-10.578	-14.562	-18.546	-21.201	-25.185	-28.878
		$Vz_{máx}$	0.477	9.804	23.996	33.452	47.636	61.819	71.275	85.459	95.203
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-2.78	-17.19	-33.51	-68.05	-114.69	-152.49	-219.26	-270.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
		$My_{máx}$	0.00	1.11	6.16	11.42	22.13	36.24	47.52	67.29	82.59
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.45	-1.12	-1.56	-2.23	-2.90	-3.35	-4.01	-4.46
		$Mz_{máx}$	0.00	0.45	1.12	1.56	2.23	2.90	3.35	4.01	4.46

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N4/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-7.485	-7.221	-6.825	-6.562	-6.166	-5.770	-5.507	-5.111	-4.847
		$N_{máx}$	2.210	2.473	2.869	3.133	3.528	3.924	4.188	4.583	4.847
		$Vy_{mín}$	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785
		$Vy_{máx}$	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
		$Vz_{mín}$	-97.710	-87.704	-73.149	-63.445	-48.891	-34.336	-24.633	-10.069	-0.420
		$Vz_{máx}$	31.854	27.822	23.409	20.467	16.055	11.643	8.701	4.258	0.420
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-277.69	-225.04	-156.51	-117.72	-69.86	-34.40	-17.65	-2.86	0.00
		$My_{máx}$	91.07	74.17	52.34	39.88	24.32	12.52	6.74	1.21	0.00
		$Mz_{mín}$	-4.46	-4.01	-3.34	-2.90	-2.23	-1.56	-1.11	-0.45	0.00
		$Mz_{máx}$	4.46	4.01	3.34	2.90	2.23	1.56	1.11	0.45	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N8/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.652	-8.185	-7.486	-7.019	-6.319	-5.619	-5.153	-4.453	-3.986
		$N_{máx}$	8.652	9.119	9.819	10.285	10.985	11.685	12.151	12.851	13.318
		$Vy_{mín}$	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084
		$Vy_{máx}$	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084
		$Vz_{mín}$	-0.750	-8.522	-14.534	-18.470	-24.375	-30.279	-34.215	-40.119	-47.850
		$Vz_{máx}$	0.750	16.585	39.300	54.420	77.100	99.780	114.901	137.581	153.913
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.71	-28.53	-55.15	-111.19	-186.55	-247.52	-355.09	-437.83
		$My_{máx}$	0.00	2.42	12.29	21.66	39.92	63.20	81.52	113.19	137.99
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.62	-1.54	-2.16	-3.08	-4.00	-4.62	-5.54	-6.16
		$Mz_{máx}$	0.00	0.62	1.54	2.16	3.08	4.00	4.62	5.54	6.16

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.705	-22.239	-21.539	-21.072	-20.372	-19.673	-19.206	-18.506	-18.039
		$N_{máx}$	13.374	13.840	14.540	15.007	15.707	16.406	16.873	17.573	18.039
		$Vy_{mín}$	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083
		$Vy_{máx}$	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083
		$Vz_{mín}$	-155.657	-139.102	-116.181	-100.900	-77.978	-55.057	-39.776	-16.819	-1.563
		$Vz_{máx}$	52.951	44.559	37.953	33.550	26.944	20.339	15.935	9.219	1.563
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-442.81	-359.15	-250.39	-188.73	-112.52	-55.84	-28.90	-4.78	0.00
		$My_{máx}$	152.57	125.07	89.91	69.60	43.83	23.69	13.38	2.62	0.00
		$Mz_{mín}$	-6.15	-5.54	-4.61	-4.00	-3.08	-2.15	-1.54	-0.62	0.00
		$Mz_{máx}$	6.15	5.54	4.61	4.00	3.08	2.15	1.54	0.62	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N14/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.652	-8.185	-7.486	-7.019	-6.319	-5.619	-5.153	-4.453	-3.986
		$N_{máx}$	8.652	9.119	9.819	10.285	10.985	11.685	12.151	12.851	13.318
		$Vy_{mín}$	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084
		$Vy_{máx}$	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084
		$Vz_{mín}$	-0.750	-8.522	-13.921	-17.441	-22.722	-28.002	-31.523	-36.803	-44.463

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
		$Vz_{máx}$	0.750	16.251	38.156	52.734	74.600	96.465	111.043	132.908	148.871
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.62	-27.81	-53.63	-107.88	-180.76	-239.70	-343.63	-423.60
		$My_{máx}$	0.00	2.42	12.03	20.94	38.05	59.66	76.57	105.68	128.56
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.62	-1.54	-2.16	-3.08	-4.00	-4.62	-5.54	-6.16
		$Mz_{máx}$	0.00	0.62	1.54	2.16	3.08	4.00	4.62	5.54	6.16

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N16/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.705	-22.239	-21.539	-21.072	-20.372	-19.673	-19.206	-18.506	-18.039
		$N_{máx}$	13.374	13.840	14.540	15.007	15.707	16.406	16.873	17.573	18.039
		$Vy_{mín}$	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083
		$Vy_{máx}$	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083
		$Vz_{mín}$	-150.362	-134.195	-112.129	-97.418	-75.352	-53.286	-38.575	-16.469	-1.563
		$Vz_{máx}$	49.394	41.077	35.126	31.159	25.208	19.258	15.291	9.219	1.563
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-427.87	-347.12	-242.17	-182.65	-109.04	-54.24	-28.15	-4.68	0.00
		$My_{máx}$	142.66	117.18	84.71	65.88	41.87	22.92	13.11	2.62	0.00
		$Mz_{mín}$	-6.15	-5.54	-4.61	-4.00	-3.08	-2.15	-1.54	-0.62	0.00
		$Mz_{máx}$	6.15	5.54	4.61	4.00	3.08	2.15	1.54	0.62	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N20/N22	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.652	-8.185	-7.486	-7.019	-6.319	-5.619	-5.153	-4.453	-3.986
		$N_{máx}$	8.652	9.119	9.819	10.285	10.985	11.685	12.151	12.851	13.318
		$Vy_{mín}$	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084
		$Vy_{máx}$	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084
		$Vz_{mín}$	-0.750	-8.522	-13.921	-17.441	-22.722	-28.002	-31.523	-36.803	-44.463
		$Vz_{máx}$	0.750	16.251	38.156	52.734	74.600	96.465	111.043	132.908	148.871
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.62	-27.81	-53.63	-107.88	-180.76	-239.70	-343.63	-423.60
		$My_{máx}$	0.00	2.42	12.03	20.94	38.05	59.66	76.57	105.68	128.56
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.62	-1.54	-2.16	-3.08	-4.00	-4.62	-5.54	-6.16
		$Mz_{máx}$	0.00	0.62	1.54	2.16	3.08	4.00	4.62	5.54	6.16

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N22/N24	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.705	-22.239	-21.539	-21.072	-20.372	-19.673	-19.206	-18.506	-18.039
		$N_{máx}$	13.374	13.840	14.540	15.007	15.707	16.406	16.873	17.573	18.039
		$Vy_{mín}$	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083
		$Vy_{máx}$	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083
		$Vz_{mín}$	-150.362	-134.195	-112.129	-97.418	-75.352	-53.286	-38.575	-16.469	-1.563
		$Vz_{máx}$	49.394	41.077	35.126	31.159	25.208	19.258	15.291	9.219	1.563
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-427.87	-347.12	-242.17	-182.65	-109.04	-54.24	-28.15	-4.68	0.00
		$My_{máx}$	142.66	117.18	84.71	65.88	41.87	22.92	13.11	2.62	0.00
		$Mz_{mín}$	-6.15	-5.54	-4.61	-4.00	-3.08	-2.15	-1.54	-0.62	0.00
		$Mz_{máx}$	6.15	5.54	4.61	4.00	3.08	2.15	1.54	0.62	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N26/N28	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.514	-8.056	-7.369	-6.911	-6.223	-5.536	-5.078	-4.391	-3.932
		$N_{máx}$	8.514	8.973	9.660	10.118	10.805	11.493	11.951	12.638	13.096

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
		$Vy_{mín}$	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073	-1.073
		$Vy_{máx}$	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073	1.073
		$Vz_{mín}$	-0.738	-8.331	-14.135	-17.933	-23.630	-29.327	-33.125	-38.822	-46.372
		$Vz_{máx}$	0.738	16.228	38.420	53.193	75.351	97.509	112.281	134.440	150.416
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.61	-27.91	-53.93	-108.69	-182.34	-241.93	-347.04	-427.89
		$My_{máx}$	0.00	2.37	11.98	21.09	38.80	61.36	79.10	109.75	133.77
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.61	-1.52	-2.13	-3.05	-3.96	-4.57	-5.48	-6.09
		$Mz_{máx}$	0.00	0.61	1.52	2.13	3.05	3.96	4.57	5.48	6.09

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N28/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.300	-21.842	-21.155	-20.697	-20.009	-19.322	-18.864	-18.177	-17.718
		$N_{máx}$	13.136	13.595	14.282	14.740	15.427	16.115	16.573	17.260	17.718
		$Vy_{mín}$	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072
		$Vy_{máx}$	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072
		$Vz_{mín}$	-152.099	-135.906	-113.516	-98.589	-76.198	-53.808	-38.881	-16.455	-1.535
		$Vz_{máx}$	51.350	43.154	36.773	32.519	26.139	19.758	15.504	9.014	1.535
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-432.70	-350.96	-244.69	-184.45	-109.98	-54.59	-28.26	-4.67	0.00
		$My_{máx}$	148.00	121.35	87.29	67.61	42.62	23.07	13.05	2.56	0.00
		$Mz_{mín}$	-6.09	-5.48	-4.57	-3.96	-3.04	-2.13	-1.52	-0.61	0.00
		$Mz_{máx}$	6.09	5.48	4.57	3.96	3.04	2.13	1.52	0.61	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N40/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-5.432	-5.160	-4.752	-4.480	-4.071	-3.663	-3.391	-2.983	-2.711
		$N_{máx}$	5.432	5.704	6.112	6.385	6.793	7.201	7.473	7.881	8.153
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-0.471	-4.100	-8.322	-11.116	-15.306	-19.497	-22.291	-26.482	-30.357
		$Vz_{máx}$	0.471	10.169	24.887	34.692	49.401	64.110	73.915	88.624	98.731
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-2.89	-17.83	-34.75	-70.58	-118.94	-158.14	-227.39	-280.59
		$My_{máx}$	0.00	1.16	6.47	11.99	23.25	38.08	49.94	70.72	86.81
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.45	-1.13	-1.59	-2.27	-2.95	-3.40	-4.09	-4.54
		$Mz_{máx}$	0.00	0.45	1.13	1.59	2.27	2.95	3.40	4.09	4.54

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N38/N39	Acero laminado	$N_{mín}$	-13.308	-13.036	-12.627	-12.355	-11.947	-11.539	-11.267	-10.858	-10.586
		$N_{máx}$	7.865	8.137	8.545	8.817	9.226	9.634	9.906	10.314	10.586
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-101.341	-90.961	-75.866	-65.803	-50.708	-35.613	-25.549	-10.445	-0.917
		$Vz_{máx}$	33.454	29.227	24.590	21.498	16.861	12.224	9.132	4.463	0.917
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-288.01	-233.41	-162.33	-122.09	-72.45	-35.68	-18.31	-2.97	0.00
		$My_{máx}$	95.64	77.89	54.96	41.87	25.53	13.14	7.07	1.27	0.00
		$Mz_{mín}$	-4.54	-4.08	-3.40	-2.95	-2.27	-1.59	-1.13	-0.45	0.00
		$Mz_{máx}$	4.54	4.08	3.40	2.95	2.27	1.59	1.13	0.45	0.00

1.3.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N3/N4	23.82	0.000	-199.684	0.000	9.031	0.00	35.40	0.00	GV	Cumple
N9/N10	35.88	0.000	100.885	0.000	-18.480	0.00	-72.44	0.00	GV	Cumple
N15/N16	34.57	0.000	93.966	0.000	-17.881	0.00	-70.09	0.00	GV	Cumple
N21/N22	34.57	0.000	93.966	0.000	-17.881	0.00	-70.09	0.00	GV	Cumple
N27/N28	35.00	0.000	97.755	0.000	-18.037	0.00	-70.70	0.00	GV	Cumple
N37/N38	24.77	0.000	-206.982	0.000	9.401	0.00	36.86	0.00	GV	Cumple
N2/N4	54.75	5.681	3.918	0.000	95.203	0.00	-270.56	0.00	GV	Cumple
N4/N6	56.21	0.111	-3.918	0.000	-97.710	0.00	-277.69	0.00	GV	Cumple
N8/N10	88.69	5.681	10.324	0.000	153.913	0.00	-437.83	0.00	GV	Cumple
N10/N12	89.76	0.111	-10.324	0.000	-155.657	0.00	-442.81	0.00	GV	Cumple
N14/N16	85.82	5.681	10.324	0.000	148.871	0.00	-423.60	0.00	GV	Cumple
N16/N18	86.74	0.111	-10.324	0.000	-150.362	0.00	-427.87	0.00	GV	Cumple
N20/N22	85.82	5.681	10.324	0.000	148.871	0.00	-423.60	0.00	GV	Cumple
N22/N24	86.74	0.111	-10.324	0.000	-150.362	0.00	-427.87	0.00	GV	Cumple
N26/N28	86.68	5.681	10.127	0.000	150.416	0.00	-427.89	0.00	GV	Cumple
N28/N30	87.71	0.111	-10.127	0.000	-152.099	0.00	-432.70	0.00	GV	Cumple
N40/N38	56.78	5.681	4.046	0.000	98.731	0.00	-280.59	0.00	GV	Cumple
N38/N39	58.30	0.111	-4.046	0.000	-101.341	0.00	-288.01	0.00	GV	Cumple

1.3.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

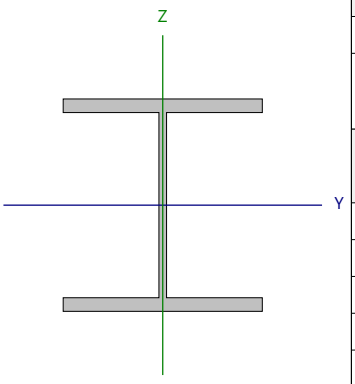
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.12 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.07 L/(>1000)
N2/N4	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.35 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.89 L/(>1000)
N4/N6	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.44 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	5.08 L/(>1000)
N9/N10	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.93 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	3.03 L/(>1000)
N8/N10	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.92 L/820.4	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.86 L/820.4
N10/N12	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.03 L/807.8	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	8.16 L/807.8
N15/N16	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.87 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.81 L/(>1000)
N14/N16	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.64 L/855.1	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.48 L/855.1
N16/N18	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.74 L/843.2	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.76 L/843.2
N21/N22	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.87 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.81 L/(>1000)
N20/N22	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.64 L/855.1	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.48 L/855.1
N22/N24	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.74 L/843.2	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.76 L/843.2
N27/N28	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.89 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.95 L/(>1000)
N26/N28	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.76 L/840.3	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.66 L/840.3
N28/N30	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.86 L/827.5	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.95 L/827.5
N37/N38	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.17 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.15 L/(>1000)
N40/N38	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.51 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	5.09 L/(>1000)
N38/N39	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.61 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	5.29 L/(>1000)

1.3.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N12

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N10	N12	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.778** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.895** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 152.57 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 442.81 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT}^+ : 1.00

c_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.15* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.15* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.197*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *155.66* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

155.66 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *155.66* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **1.08 kN ≤ 988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.08 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1976.96 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.778** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.898** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.466** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $N_{c,Ed}$: 10.32 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{-}$: 442.81 kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$M_{N,Rd,y}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $M_{N,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.002

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 4274.45 kN

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $M_{pl,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.24

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 30.00 cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 1.01

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.69

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.62

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: 0.00

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: 1.04

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: 1.12

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: 1.50

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: 0.00

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.64** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: 321.94

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: 1.00; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: 1.00

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: 1.00; $\mathbf{c_z}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: 0.87

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: 0.95

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : 0.47; $\mathbf{`l_z}$: 0.95

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: 0.65

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: 0.64

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: 1926.25 cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: 615.93 cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19043.69 kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 4718.00 kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 12663.86 kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 30820.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{155.66\ kN} \leq \mathbf{395.71\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *155.66* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *791.42* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

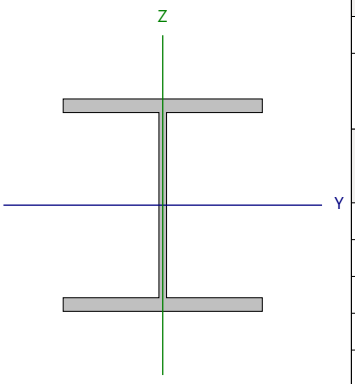
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N10

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N8	N10	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.769** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.885** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 137.99 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 437.83 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
χ_{LT}: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{+} :	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{-} :	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2}^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.194*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *153.91* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.29 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.29* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.769*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.887*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.887*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *437.83* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.87

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.29 kN ≤ 395.71 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.29 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 791.42 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

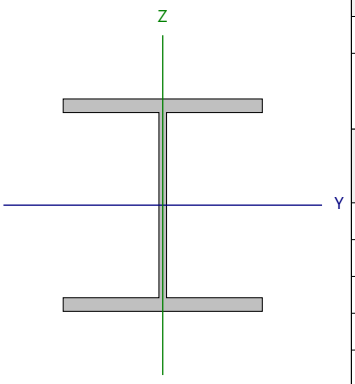
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N28/N30

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N28	N30	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.72 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.30 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.760** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.874** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 148.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 432.70 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

	f_{LT}^+ :	*0.51*	
	f_{LT}^- :	*0.76*	

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : *0.21*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: *0.15*

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: *0.65*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr}^+ :	*24298.12*	kN·m	
M_{cr}^- :	*1339.95*	kN·m	

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]}^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*9239.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*230.45*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*2069000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	*81000*	MPa
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ :	*1.100*	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- :	*5.792*	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	*1.00*	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	*1.00*	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	*1.00*	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^+ :	*0.09*	
	k_z^- :	*0.50*	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^+ :	*0.09*	
	k_w^- :	*0.50*	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	*0.00*	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	*0.00*	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	*0.00*	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	*0.00*	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *6.09* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *6.09* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *939.10* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.192*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *152.10* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *791.42* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.07* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

152.10 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *152.10* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.07 kN ≤ 988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.07* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.760*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.877*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.456*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *10.13* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *432.70* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 1.00

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.60

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *1.02*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.64** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *320.69*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.47*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.65*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.64*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{152.10\ kN} \leq \mathbf{395.71\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *152.10* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *791.42* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

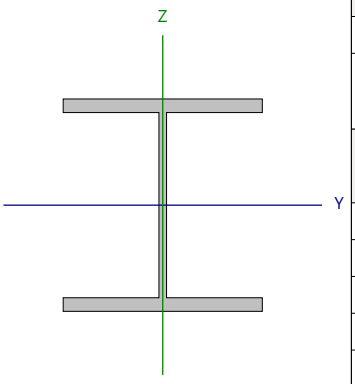
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N18

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N18	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.751** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.864** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 142.66 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 427.87 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

$\mathbf{f_{LT}^{+}}$: *0.51*

$\mathbf{f_{LT}^{-}}$: *0.76*

$\mathbf{a_{LT}}$: Coeficiente de imperfección elástica. $\mathbf{a_{LT}}$: *0.21*

$\mathbf{\chi_{LT}}$: Esbeltez reducida.

$$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{+}}$: *0.15*

$$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{-}}$: *0.65*

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral. $\mathbf{M_{cr}^{+}}$: *24298.12* kN·m

$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: *1339.95* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *9239.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *2069000.00* cm6

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. $\mathbf{E}$: *210000* MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. $\mathbf{G}$: *81000* MPa

$\mathbf{L_c^{+}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $\mathbf{L_c^{+}}$: *1.100* m

$\mathbf{L_c^{-}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $\mathbf{L_c^{-}}$: *5.792* m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{C_2}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_2}$: *1.00*

$\mathbf{C_3}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_3}$: *1.00*

$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. $\mathbf{k_z^{+}}$: *0.09*

$\mathbf{k_z^{-}}$: *0.50*

$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. $\mathbf{k_w^{+}}$: *0.09*

$\mathbf{k_w^{-}}$: *0.50*

$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. $\mathbf{z_g}$: *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. $\mathbf{z_a}$: *0.00* mm

$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. $\mathbf{z_s}$: *0.00* mm

$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. $\mathbf{z_j}$: *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.15* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.15* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.190*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *150.36* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

150.36 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *150.36* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **1.08 kN ≤ 988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.08 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1976.96 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.751** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.867** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.451** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $N_{c,Ed}$: 10.32 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{-}$: 427.87 kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$M_{N,Rd,y}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $M_{N,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.002

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 4274.45 kN

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $M_{pl,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.24

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 30.00 cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.99

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.60

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *1.01*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.64** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *311.08*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.47*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.65*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.64*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{150.36\ kN} \leq \mathbf{395.71\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *150.36* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *791.42* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

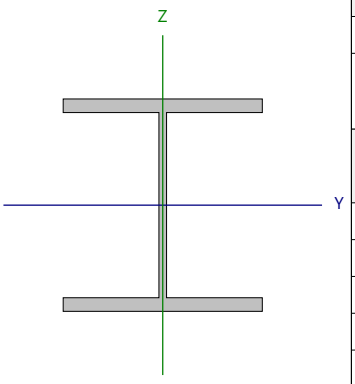
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N22/N24

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N22	N24	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.751** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.864** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 142.66 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 427.87 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
χ_{LT}: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{+} :	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{-} :	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2}^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.15* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.15* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.190*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *150.36* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

150.36 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *150.36* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **1.08 kN ≤ 988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.08 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1976.96 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.751** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.867** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.451** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $N_{c,Ed}$: 10.32 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{-}$: 427.87 kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$M_{N,Rd,y}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $M_{N,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.002

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 4274.45 kN

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $M_{pl,Rd,y}$: 569.49 kN·m

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.24

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 30.00 cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.99

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.60

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *1.01*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.64** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *311.08*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.47*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.65*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.64*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{150.36\ kN} \leq \mathbf{395.71\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *150.36* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *791.42* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

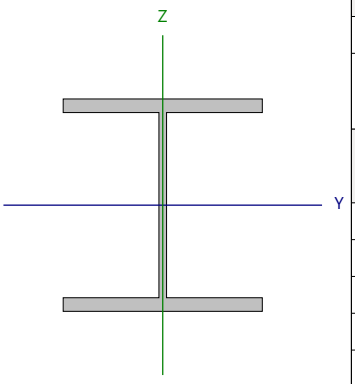
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N26/N28

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N26	N28	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N26, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.10 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.51 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.751** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.864** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 133.77 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 427.89 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.09* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.09* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.190*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *150.42* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.07 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1976.96 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 129.22 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.11 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 8.11 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 791.42 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.07 kN** ≤ **988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N26, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.07* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.751*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.867*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.867*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.13* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *427.89* kN·m

$\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.87

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.11 kN ≤ 395.71 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.11 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 791.42 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

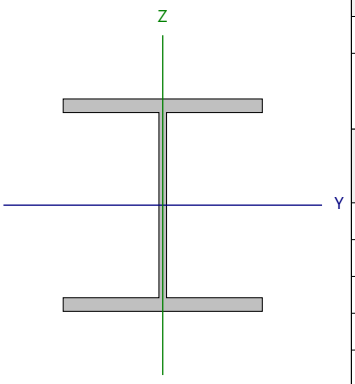
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N20/N22

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N20	N22	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.744** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.856** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 128.56 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 423.60 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.188*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *148.87* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.13 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.13* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.744*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.858*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.858*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *423.60* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.87

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.13 kN ≤ 395.71 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.13 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 791.42 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

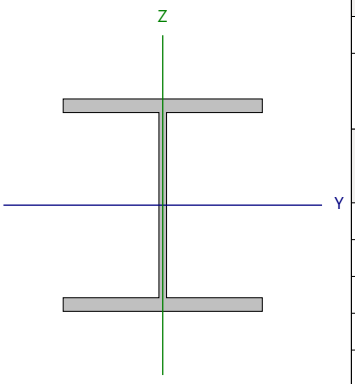
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N14/N16

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N14	N16	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.744** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.856** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 128.56 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 423.60 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
χ_{LT}: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{+} :	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	χ_{LT}^{-} :	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.025*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.188*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *148.87* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.08 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1976.96 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 129.22 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.13 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 8.13 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 791.42 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.744*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.858*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.858*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *423.60* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³ $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00 K_{yz} : 1.00 K_{zy} : 1.00 K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.87

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.13 kN ≤ 395.71 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.13 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 791.42 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

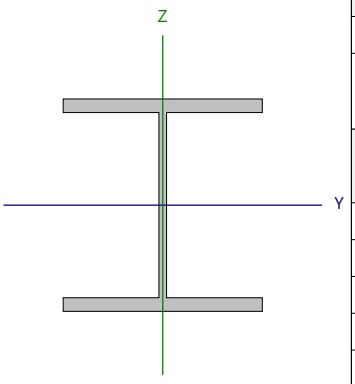
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N38/N39

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N38	N39	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 10.59 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 13.31 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.003*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.506** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.582** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 95.64 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 288.01 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.018*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *4.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *4.54* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.128*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *101.34* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

101.34 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *101.34* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.506*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.583*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.302*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.05* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *288.01* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.87

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.40

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.68*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.64** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *534.31*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.47*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.95*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.65*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.64*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{101.34\ kN} \leq \mathbf{395.71\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *101.34* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *791.42* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

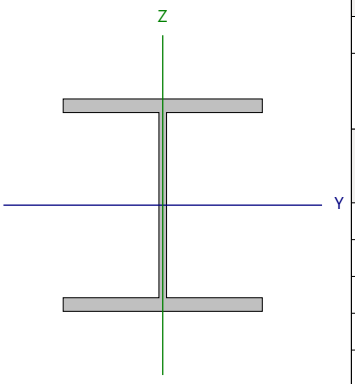
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N40/N38

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N40	N38	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 171.71 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *265.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N40, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 8.15 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 5.43 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4274.45 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.95*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.001*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.493** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.567** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 86.81 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 280.59 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 569.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 569.49 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 494.99 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.87

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.76	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.15	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.65	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.018*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *4.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *4.54* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *248.86* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.125*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *98.73* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *791.42* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.94*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1976.96* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *265.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

5.08 kN ≤ **395.71 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *5.08* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *791.42* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN** ≤ **988.48 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N40, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1976.96* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.493*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.568*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.568*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *4.05* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *280.59* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4274.45* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *569.49* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³ $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 265.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00 K_{yz} : 1.00 K_{zy} : 1.00 K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.87

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **5.08 kN ≤ 395.71 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 5.08 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 791.42 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

1.3.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 2.5	x: 0 m η = 8.0	x: 0 m η = 18.5	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.1	η = 0.2	**CUMPLE h = 23.8**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 4.1	x: 0 m η = 16.8	x: 0 m η = 31.9	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 35.9	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 35.9**
N15/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 3.8	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 30.8	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 34.6**
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 3.8	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 30.8	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 34.6**
N27/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 4.0	x: 0 m η = 16.4	x: 0 m η = 31.1	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 35.0	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.2	η = 0.3	**CUMPLE h = 35.0**
N37/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 2.6	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 19.3	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 24.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.2	**CUMPLE h = 24.8**
N2/N4	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.1	x: 5.681 m η = 54.7	x: 5.681 m η = 1.8	x: 5.681 m η = 12.0	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 54.8	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 54.8**
N4/N6	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.1	x: 0.111 m η = 0.2	x: 0.111 m η = 56.1	x: 0.111 m η = 1.8	x: 0.111 m η = 12.3	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 56.2	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 56.2**
N8/N10	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 88.5	x: 5.681 m η = 2.5	x: 5.681 m η = 19.4	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 88.7	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 88.7**
N10/N12	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 89.5	x: 0.111 m η = 2.5	x: 0.111 m η = 19.7	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 89.8	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 89.8**
N14/N16	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 85.6	x: 5.681 m η = 2.5	x: 5.681 m η = 18.8	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 85.8	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 85.8**
N16/N18	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 86.4	x: 0.111 m η = 2.5	x: 0.111 m η = 19.0	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 86.7	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 86.7**
N20/N22	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 85.6	x: 5.681 m η = 2.5	x: 5.681 m η = 18.8	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 85.8	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 85.8**
N22/N24	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 86.4	x: 0.111 m η = 2.5	x: 0.111 m η = 19.0	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 86.7	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 86.7**
N26/N28	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 86.4	x: 5.681 m η = 2.4	x: 5.681 m η = 19.0	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 86.7	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 86.7**
N28/N30	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 87.4	x: 0.111 m η = 2.4	x: 0.111 m η = 19.2	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 87.7	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 87.7**
N40/N38	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.1	x: 5.681 m η = 56.7	x: 5.681 m η = 1.8	x: 5.681 m η = 12.5	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 56.8	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 56.8**
N38/N39	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.2	x: 0.111 m η = 0.3	x: 0.111 m η = 58.2	x: 0.111 m η = 1.8	x: 0.111 m η = 12.8	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 58.3	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 58.3**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[2] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

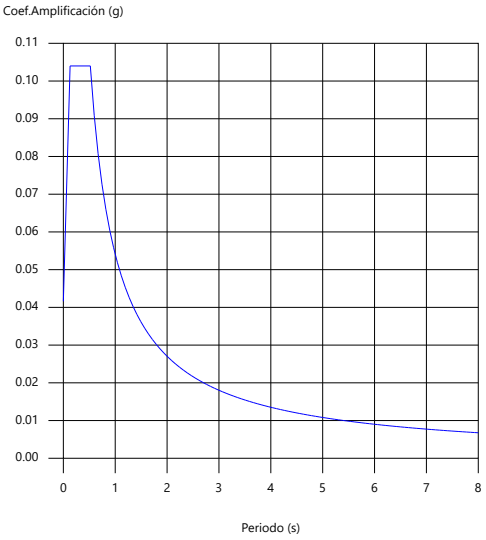
1.3.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.3.1. Espectro de cálculo

1.3.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

1.3.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

W: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **W** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

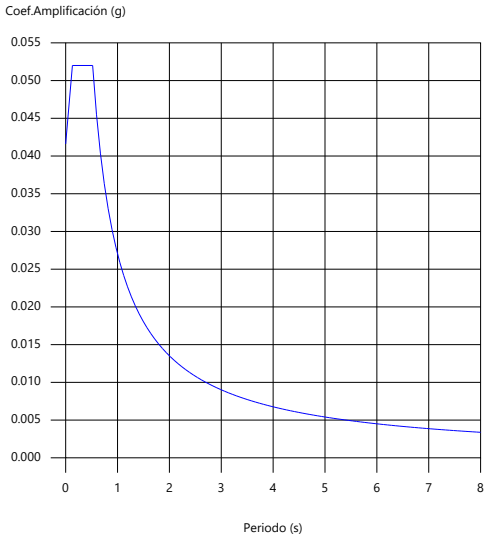
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



1.3.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	16.137	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm
Modo 2	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm
Modo 3	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm
Modo 4	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm
Modo 5	21.613	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 392.35 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 392.35 mm
Modo 6	16.411	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 226.195 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 226.195 mm
Modo 7	1.466	0	1	0 %	4.25 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 8	1.466	0	1	0 %	4.25 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 9	1.453	0	1	0 %	4.17 %	R = 2 A = 0.183 m/s² D = 9.76726 mm	R = 2 A = 0.183 m/s² D = 9.76726 mm
Modo 10	1.466	0	1	0 %	4.25 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 11	1.103	0	1	0 %	2.42 %	R = 2 A = 0.241 m/s² D = 7.41965 mm	R = 2 A = 0.241 m/s² D = 7.41965 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 12	1.085	0	1	0 %	2.34 %	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm
Modo 13	0.852	1	0	10.29 %	0 %	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm
Modo 14	0.866	1	0	10.63 %	0 %	R = 2 A = 0.307 m/s² D = 5.83042 mm	R = 2 A = 0.307 m/s² D = 5.83042 mm
Modo 15	1.139	1	0	18.34 %	0 %	R = 2 A = 0.233 m/s² D = 7.6592 mm	R = 2 A = 0.233 m/s² D = 7.6592 mm
Modo 16	1.150	1	0	18.69 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 17	1.150	1	0	18.69 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 18	1.150	1	0	18.69 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 19	0.348	0	1	0 %	1.39 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 20	0.348	0	1	0 %	1.39 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 21	0.348	0	1	0 %	1.39 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 22	0.344	0	1	0 %	1.37 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.53303 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.53303 mm
Modo 23	0.262	0	1	0 %	0.81 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.884 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.884 mm
Modo 24	0.257	0	1	0 %	0.79 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm
Modo 25	0.438	1	0	0.92 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48184 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48184 mm
Modo 26	0.438	1	0	0.92 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm
Modo 27	0.438	1	0	0.91 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm
Modo 28	0.434	1	0	0.9 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.43585 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.43585 mm
Modo 29	0.331	1	0	0.52 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.41491 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.41491 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 30	0.325	1	0	0.5 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm
Modo 31	0.304	0	1	0 %	13.97 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 32	0.304	0	1	0 %	13.97 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 33	0.304	0	1	0 %	13.97 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 34	0.301	0	1	0 %	13.71 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.17368 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.17368 mm
Modo 35	0.229	0	1	0 %	7.92 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.67971 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.67971 mm
Total				100 %	92.36 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

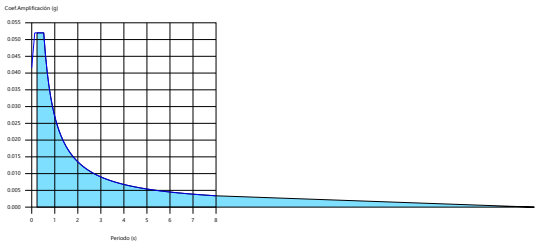
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2
1.1. Normas consideradas 2
1.2. Estados límite 2
1.2.1. Situaciones de proyecto 2
1.3. Sismo 6
1.3.1. Datos generales de sismo 6

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: H. Cubiertas

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

- Con coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\gamma_{Q1}\psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\psi_{ai}Q_{ki}$

- Sin coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
A_E	Acción sísmica
A_d	Acción accidental
γ_G	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
γ_{Ad}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental
$\psi_{p,1}$	Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja
w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma
Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*
Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Análisis de pandeo..... 2
1.1.1. Modos de pandeo..... 2
1.1.2. Barras..... 2
1.1.3. Barras (Resumen)..... 4

1. ESTRUCTURA

1.1. Análisis de pandeo

1.1.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.550
	Modo 2	12.853
	Modo 3	13.231
	Modo 4	13.231
	Modo 5	17.727
	Modo 6	18.338
	Modo 7	34.564
	Modo 8	35.399
	Modo 9	36.439
	Modo 10	36.439
	Modo 11	48.823
	Modo 12	50.506

1.1.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 6	18.338	100.000	Plano XY
		Modo 12	50.506	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.550	100.000	Plano XY
		Modo 7	34.564	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N15/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	13.231	100.000	Plano XY
		Modo 4	13.231	100.000	Plano XY
		Modo 9	36.439	100.000	Plano XZ
		Modo 10	36.439	9.207	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N21/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	13.231	42.567	Plano XY
		Modo 4	13.231	4.424	Plano XY
		Modo 9	36.439	0.369	Plano XZ
		Modo 10	36.439	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N27/N28	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 2	12.853	100.000	Plano XY
		Modo 8	35.399	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N37/N38	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 5	17.727	100.000	Plano XY
		Modo 11	48.823	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N2/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N4/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N8/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N16/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N20/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N22/N24	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N26/N28	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N28/N30	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N40/N38	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N38/N39	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			

1.1.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 6	18.338	94.265	100.000	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 12	50.506	94.265	100.000	Plano XZ
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.550	137.076	100.000	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 7	34.564	137.076	100.000	Plano XZ
N15/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	13.231	130.097	100.000	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 9	36.439	130.097	100.000	Plano XZ
N21/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	13.231	130.097	42.567	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 10	36.439	130.097	100.000	Plano XZ
N27/N28	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 2	12.853	133.877	100.000	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 8	35.399	133.877	100.000	Plano XZ
N37/N38	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 5	17.727	97.465	100.000	Plano XY
	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 11	48.823	97.465	100.000	Plano XZ
N2/N4	--	--	--	--	--	No pandea
N4/N6	--	--	--	--	--	No pandea
N8/N10	--	--	--	--	--	No pandea
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N16/N18	--	--	--	--	--	No pandea
N20/N22	--	--	--	--	--	No pandea
N22/N24	--	--	--	--	--	No pandea
N26/N28	--	--	--	--	--	No pandea
N28/N30	--	--	--	--	--	No pandea
N40/N38	--	--	--	--	--	No pandea
N38/N39	--	--	--	--	--	No pandea

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Uniones..... 2
1.1.1. Especificaciones..... 2
1.1.2. Referencias y simbología..... 3
1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 4
1.1.4. Memoria de cálculo..... 5
1.1.5. Medición..... 13

1. ESTRUCTURA

1.1. Uniones

1.1.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 10025-2).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

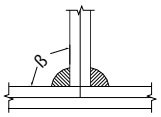
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

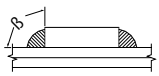
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos β > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
- Para ángulos β < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

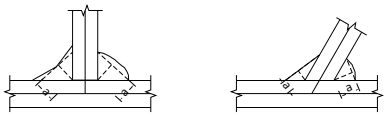
Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

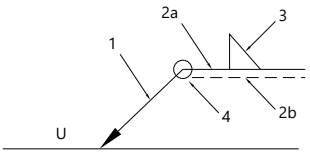
1.1.2. Referencias y simbología

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)



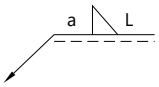
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

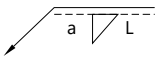


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

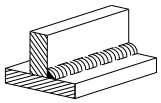
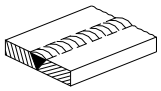
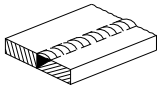
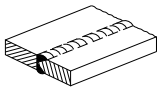
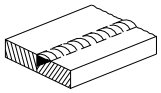
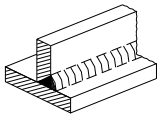
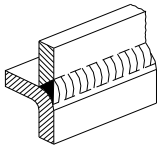


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

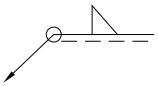
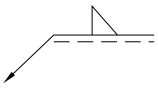
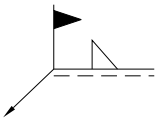


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

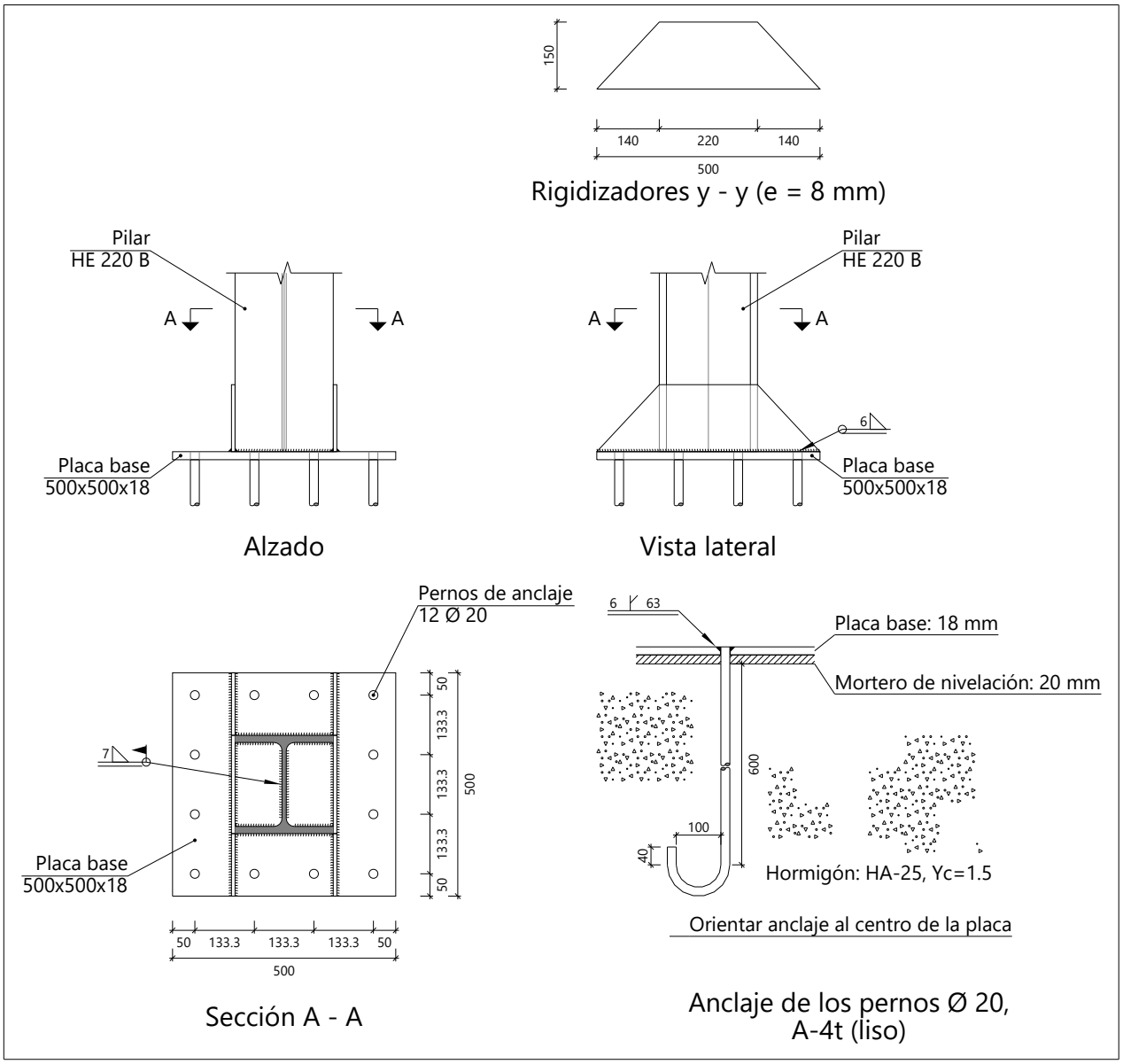
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

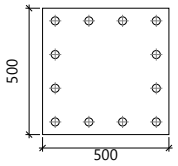
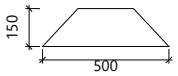
1.1.4. Memoria de cálculo

1.1.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	18	12	32	22	6	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		500	150	8	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 134 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 22 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 59.1 kN Calculado: 50.39 kN Máximo: 41.37 kN Calculado: 4.46 kN Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.76 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 52.8 kN Calculado: 46.6 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 169.783 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 169.2 kN Calculado: 4.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 233.494 MPa Calculado: 233.494 MPa Calculado: 130.775 MPa Calculado: 134.743 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 386.039 Calculado: 296.805 Calculado: 6518.84 Calculado: 6341.77	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 150.101 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.104 - Punto de tensión local máxima: (-0.11, -0.25)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	63	18.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	185.4	321.1	89.20	0.0	0.00	360.0	0.80

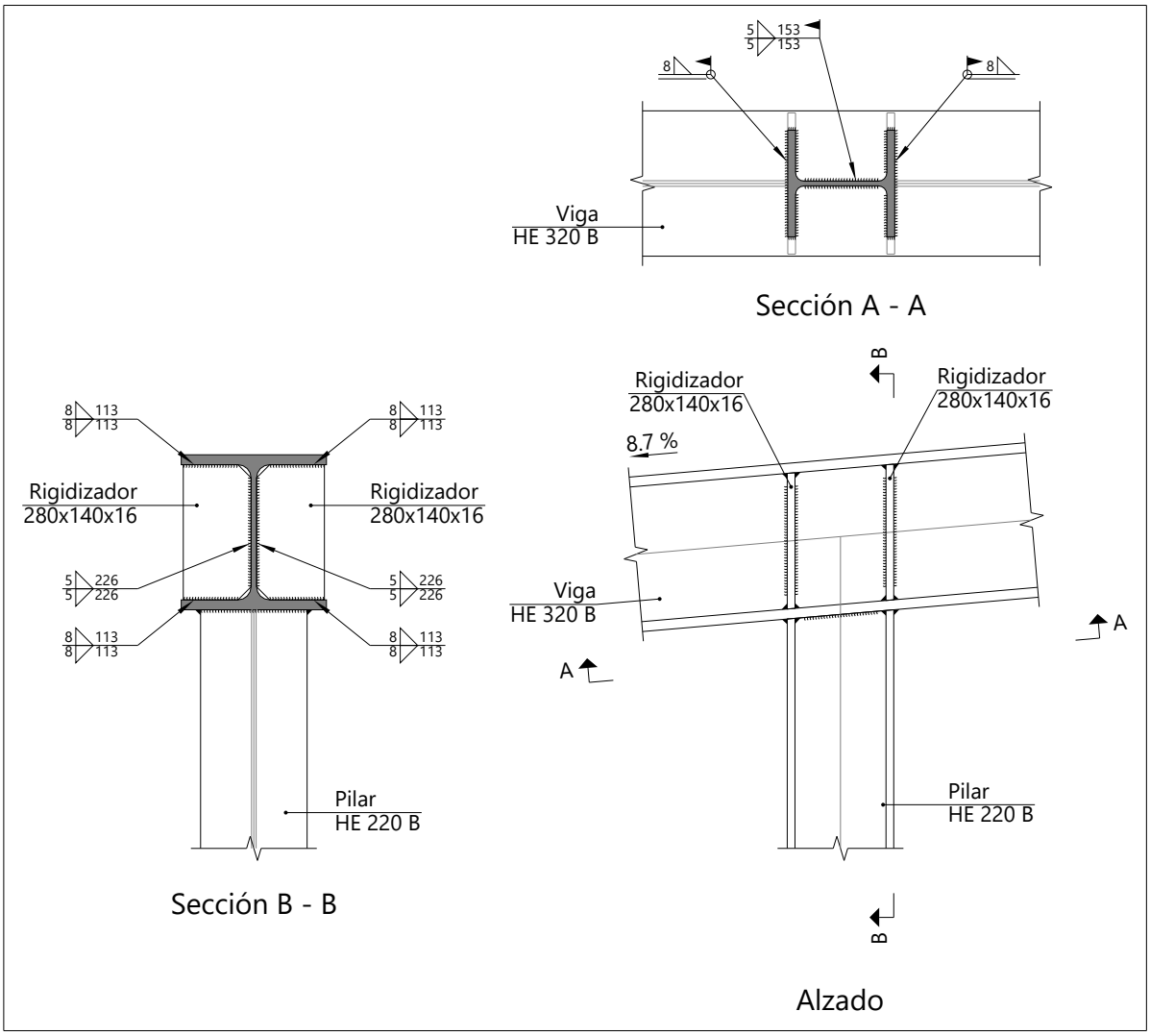
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	1936
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	754
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

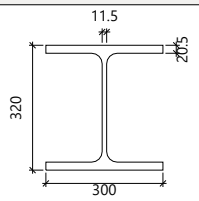
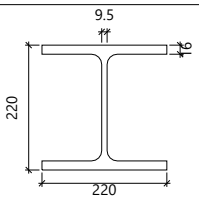
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	500x500x18	35.32
	Rigidizadores pasantes	2	500/220x150/0x8	6.78
			Total	42.11
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 20 - L = 658 + 228	26.23
			Total	26.23

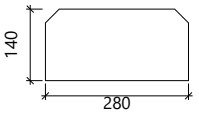
1.1.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275 (EN 10025-2)	275.0	410.0
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 10025-2)	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		280	140	16	S275 (EN 10025-2)	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga HE 320 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.04
	Cortante	kN	193.89	525.85	36.87
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	48.10	275.00	17.49
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.67	275.00	12.24
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	48.10	275.00	17.49
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.65	275.00	12.24
Ala	Desgarro	N/mm²	114.05	275.00	41.47
	Cortante	N/mm²	215.79	275.00	78.47

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	32.5	35.4	0.0	69.5	18.00	32.5	11.01	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	33.4	57.9	14.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.60	22.8	7.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	32.5	35.4	0.0	69.5	18.00	32.5	11.01	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	33.4	57.9	14.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.60	22.8	7.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.50	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	85.05
Soldadura del alma	En ángulo	5	153	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	85.05

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	35.9	39.1	1.1	76.7	19.87	36.6	12.39	410.0	0.85
Soldadura del alma	33.2	33.2	13.8	70.5	18.28	33.7	11.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	28.8	26.4	0.6	54.0	13.99	28.8	9.74	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1808
			8	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	305
			8	853

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 10025-2)	Rigidizadores	4	280x140x16	19.70
			Total	19.70

1.1.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	11616
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	4524
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	6558
410.0	En taller	En ángulo	5	10850
			8	10848
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1831
			8	5119

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 10025-2)	Rigidizadores	24	280x140x16	118.18
			Total	118.18

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	6	500x500x18	211.95
	Rigidizadores pasantes	12	500/220x150/0x8	40.69
			Total	252.64
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	72	Ø 20 - L = 658 + 228	157.41
			Total	157.41

Listado de pórticos

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 7.50 m
Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.60 kN/m²

Sin cerramiento en laterales.

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Perfiles laminados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: C
Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
Periodo de servicio (años): 50
Profundidad nave industrial: 37.50
Sin huecos.
1 - V H1: Cubiertas aisladas
2 - V H2: Cubiertas aisladas

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 5
Altitud topográfica: 120.00 m
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:
1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
2 - N(R): Nieve (redistribución)

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S 235	235	210

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 5.77 m Alero izquierdo: 2.60 m Alero derecho: 3.10 m	Pórtico rígido
2	Un agua	Luz total: 5.77 m Alero izquierdo: 3.10 m Alero derecho: 3.60 m	Pórtico rígido

Cargas en barras

Pórtico 1, Pórtico 6

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	4.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	2.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	6.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	6.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	6.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	4.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	2.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	6.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	6.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	6.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.57 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	7.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.57 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2, Pórtico 5

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	9.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	6.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	9.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.94 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	9.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	6.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	9.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	11.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3, Pórtico 4

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\Marquesina 1 Petra v2.gp3 Fecha:17/09/25

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	8.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	8.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.97 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:
R : Posición relativa a la longitud de la barra.
EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

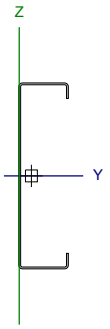
Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-300x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.10 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 79.86 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-300x3.0
Material: S 235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
6.318, 37.500, 3.147	6.318, 30.000, 3.147	7.500	14.70	1885.00	115.42	0.44	-19.64	0.00

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*
[3] *Coordenadas del centro de gravedad*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	7.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-3: 2006)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t)$_{Máx.}$ Cumple	N.P.[1]	N.P.[2]	x: 7.5 m η = 79.9	N.P.[3]	N.P.[4]	N.P.[5]	x: 7.5 m η = 20.7	N.P.[6]	N.P.[7]	N.P.[8]	N.P.[9]	**CUMPLE h = 79.9**

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-3: 2006)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	

Notación:
- *b / t: Relación anchura / espesor*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_y: Resistencia a flexión. Eje Y*
- *M_z: Resistencia a flexión. Eje Z*
- *M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial*
- *V_y: Resistencia a corte Y*
- *V_z: Resistencia a corte Z*
- *NM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión*
- *$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión*
- *$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión*
- *$M_tNM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(6) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(7) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*

Relación anchura / espesor (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$\mathbf{h}/\mathbf{t} \leq 500$ **h / t** : ***100.0*** ✓

$\mathbf{b}/\mathbf{t} \leq 60$ **b / t** : ***26.7*** ✓

$\mathbf{c}/\mathbf{t} \leq 50$ **c / t** : ***8.3*** ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq \mathbf{c}/\mathbf{b} \leq 0.6$ **c / b** : *0.313*

Donde:

h: Altura del alma.	**h** : *300.00*	mm
b: Ancho de las alas.	**b** : *80.00*	mm
c: Altura de los rigidizadores.	**c** : *25.00*	mm
t: Espesor.	**t** : *3.00*	mm

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.799*** ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **$M_{y,Ed}^{+}$** : *0.00* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 6.318, 30.000, 3.147, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **$M_{y,Ed}^{-}$** : *22.87* kN·m

La resistencia de cálculo a flexión **$M_{c,Rd}$** viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *28.64* kN·m

Donde:

W_{eff}: Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión. **W_{eff}** : *121.88* cm³

f_{yb}: Límite elástico del material base. **f_{yb}** : *235.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.207*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 6.318, 30.000, 3.147, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *18.15* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{b,Rd}$** viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin\phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$: *87.71* kN

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *294.36* mm

t: Espesor. **t** : *3.00* mm

f: Ángulo que forma el alma con la horizontal. **f** : *90.0* grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

f_{bv} : *99.32* MPa

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$\bar{\lambda}_w$: *1.14*

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base. **f_{yb}** : *235.00* MPa

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a tracción y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 85.30 %

Coordenadas del nudo inicial: 6.318, 7.500, 3.147
Coordenadas del nudo final: 6.318, 0.000, 3.147
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V H1 a una distancia 3.750 m del origen en el tercer vano de la correa.
(Iy = 1885 cm4) (Iz = 115 cm4)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	12	138.50	0.12

ANEXO II: CÁLCULO MARQUESINA 2 APARCAMIENTO

ÍNDICE

1. CIMENTACIÓN..... 2
1.1. Elementos de cimentación aislados..... 2
1.1.1. Descripción..... 2
1.1.2. Medición..... 2
1.1.3. Comprobación..... 2

1. CIMENTACIÓN

1.1. Elementos de cimentación aislados

1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N31	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 200 cm Ancho zapata Y: 300 cm Canto: 80 cm	Sup X: 11Ø20c/27 Sup Y: 12Ø16c/16 Inf X: 11Ø20c/27 Inf Y: 12Ø16c/16
N9, N15 y N21	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 240 cm Ancho zapata Y: 360 cm Canto: 80 cm	Sup X: 13Ø20c/28 Sup Y: 9Ø20c/27 Inf X: 13Ø20c/28 Inf Y: 9Ø20c/27

1.1.2. Medición

Referencias: N3 y N31		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		11x2.23 11x5.50	24.53 60.49
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x2.85 12x4.50		34.20 53.98
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		11x2.23 11x5.50	24.53 60.49
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x2.85 12x4.50		34.20 53.98
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	68.40 107.96	49.06 120.98	 228.94
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	75.24 118.76	53.97 133.07	 251.83

Referencias: N9, N15 y N21		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.25 13x5.55	29.25 72.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.45 9x8.51	31.05 76.57
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.63 13x6.49	34.19 84.32
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.45 9x8.51	31.05 76.57
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	125.54 309.60	 309.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	138.09 340.56	 340.56

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3 y N31	2x118.75	2x133.08	503.66	2x4.80	2x0.60
Referencias: N9, N15 y N21		3x340.56	1021.68	3x6.91	3x0.86
Totales	237.50	1287.84	1525.34	30.34	3.79

1.1.3. Comprobación

Referencia: N3 Dimensiones: 200 x 300 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.047 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.036 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.056 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.040 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.058 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 305.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 51.4 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.78	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.7	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 41.07 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 88.25 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.71 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 60.33 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 189.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 62.1 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 87.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 60 cm Calculado: 73 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 200 x 300 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		

Referencia: N3
Dimensiones: 200 x 300 x 80
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16

Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 47.38 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.98 kN, Axil concomitante: 101.60 kN - Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 84.96 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 182.19 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 798.24 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 532.19 kN		

Referencia: N9
Dimensiones: 240 x 360 x 80
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.056 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.043 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.052 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 625.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.41	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.63	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 82.17 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 159.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 44.24 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 108.20 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 294.5 kN/m²	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 111.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 141.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 65.93 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 12.18 kN, Axil concomitante: 141.38 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 131.45 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 281.89 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 956.97 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN		

Referencia: N15 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.043 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.052 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 630.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.6 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.65	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.63	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 79.60 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 153.17 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 42.87 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 103.79 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 285.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 111.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 138.5 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N15:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 67.30 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 11.92 kN, Axil concomitante: 144.33 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 131.45 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 281.89 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 956.97 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN		

Referencia: N21 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.043 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.047 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.048 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 610.5 %	Cumple

Referencia: N21 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 127.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.68	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.43	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 63.50 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 121.88 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 34.24 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 82.60 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 227.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 90 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 111.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N21
Dimensiones: 240 x 360 x 80
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 71.55 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 9.32 kN, Axil concomitante: 153.43 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 121.71 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 261.01 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 956.97 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN

Referencia: N31
Dimensiones: 200 x 300 x 80
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.029 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.029 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.036 MPa	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 200 x 300 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.033 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 305.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 242.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 16.99	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.5	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 20.61 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 48.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.47 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 35.12 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 95.1 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 40.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 48.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N31:	Mínimo: 60 cm Calculado: 73 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 200 x 300 x 80 Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 59 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 57.13 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.36 kN, Axil concomitante: 122.51 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 75.22 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 161.30 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.07
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 798.24 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 532.19 kN

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Geometría..... 2
1.1.1. Nudos..... 2
1.1.2. Barras..... 2
1.2. Cargas..... 4
1.2.1. Barras..... 4
1.3. Resultados..... 8
1.3.1. Nudos..... 8
1.3.2. Barras..... 87
1.3.3. Sismo..... 397

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	7.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	7.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	7.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	7.500	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	15.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	15.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	15.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	15.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	22.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	22.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	22.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	22.500	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	26.730	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	26.730	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	26.730	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	26.730	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados

Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

1.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	N3/N4	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N9/N10	N9/N10	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N15/N16	N15/N16	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N21/N22	N21/N22	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N31/N32	N31/N32	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N2/N4	N2/N6	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N4/N6	N2/N6	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N8/N10	N8/N12	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N10/N12	N8/N12	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N14/N16	N14/N18	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N16/N18	N14/N18	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N20/N22	N20/N24	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N22/N24	N20/N24	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N36/N32	N36/N33	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N32/N33	N36/N33	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$LB_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$LB_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N3/N4, N9/N10, N15/N16, N21/N22 y N31/N32
2	N2/N6, N8/N12, N14/N18, N20/N24 y N36/N33

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
		2	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N9/N10	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N15/N16	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N21/N22	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N31/N32	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N2/N6	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N8/N12	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N14/N18	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N20/N24	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N36/N33	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 220 B	15.500			0.141			1107.24		
			HE 320 B	57.916			0.934			7333.38		
		HEB			73.416			1.075			8440.62	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)					73.416			1.075			8440.62

1.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 220 B	1.301	15.500	20.166
	HE 320 B	1.817	57.916	105.234
			Total	**125.399**

1.2. Cargas

1.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.

- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N3/N4	22.33	0.000	-192.034	0.000	8.368	0.00	32.80	0.00	GV	Cumple
N9/N10	35.41	0.000	98.394	0.000	-18.264	0.00	-71.59	0.00	GV	Cumple
N15/N16	34.57	0.000	93.966	0.000	-17.881	0.00	-70.09	0.00	GV	Cumple
N21/N22	26.89	0.000	69.871	0.000	-13.983	0.00	-54.81	0.00	GV	Cumple
N31/N32	15.58	0.000	-43.581	-25.000	0.000	0.00	0.00	-15.00	GA	Cumple
N2/N4	51.38	5.681	5.573	0.000	92.089	0.00	-261.70	0.00	GV	Cumple
N4/N6	52.34	0.111	-3.918	0.000	-93.827	0.00	-266.74	0.00	GV	Cumple
N8/N10	84.98	5.681	10.324	0.000	152.098	0.00	-432.70	0.00	GV	Cumple
N10/N12	85.97	0.111	-10.324	0.000	-153.751	0.00	-437.43	0.00	GV	Cumple
N14/N16	83.20	5.681	10.324	0.000	148.871	0.00	-423.60	0.00	GV	Cumple
N16/N18	84.10	0.111	-10.324	0.000	-150.362	0.00	-427.87	0.00	GV	Cumple
N20/N22	66.22	5.681	8.253	0.000	118.486	0.00	-337.13	0.00	GV	Cumple
N22/N24	66.91	0.111	-8.253	0.000	-119.652	0.00	-340.47	0.00	GV	Cumple
N36/N32	23.57	5.681	3.502	0.000	48.796	0.00	-138.81	0.00	GV	Cumple
N32/N33	23.78	0.111	-3.502	0.000	-49.216	0.00	-140.01	0.00	GV	Cumple

1.3.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.10 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.97 L/(>1000)
N2/N4	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.23 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.72 L/(>1000)
N4/N6	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.31 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.91 L/(>1000)
N9/N10	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.91 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.95 L/(>1000)
N8/N10	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.82 L/832.5	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.73 L/832.5
N10/N12	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.93 L/820.2	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	8.02 L/820.2
N15/N16	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.87 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.81 L/(>1000)

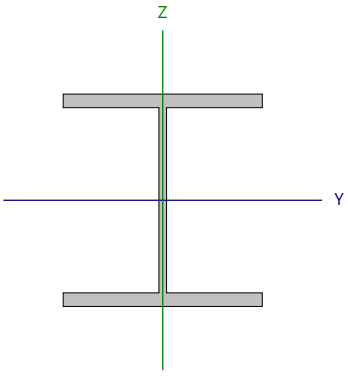
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N14/N16	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.64 L/855.1	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.48 L/855.1
N16/N18	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.74 L/843.2	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.76 L/843.2
N21/N22	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.46 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.20 L/(>1000)
N20/N22	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	5.28 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	5.85 L/(>1000)
N22/N24	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	5.35 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.07 L/(>1000)
N31/N32	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	0.53 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	0.79 L/(>1000)
N36/N32	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	2.14 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	2.14 L/(>1000)
N32/N33	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	2.17 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	2.19 L/(>1000)

1.3.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N12

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N10	N12	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **24.26 £ 165.47** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 279.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm
A_w: Área del alma. A_w : 32.09 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 61.50 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30
E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 161.30 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$ — $\mathbf{N_{c,Rd}}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *161.30* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. — $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. — $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $\mathbf{N_{c,Ed}}$ / $\mathbf{N_{cr}} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. — $\bar{\lambda}$: *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{N_{c,Ed}/N_{cr}}$: Relación de axiles. — $\mathbf{N_{c,Ed}/N_{cr}}$: *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *161.30* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. — $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. — $\mathbf{N_{cr}}$: *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — $\mathbf{I_z}$: *9239.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. — $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. — $\mathbf{I_w}$: *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad.	**E** :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	81000	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	**L_{ky}** :	5.792	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	**L_{kz}** :	6.371	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	**L_{kt}** :	5.792	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	**i_0** :	15.76	cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	**i_y** :	13.82	cm
	i_z :	7.57	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	**y_0** :	0.00	mm
	z_0 :	0.00	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.740** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.857** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	**M_{Ed}^+** :	149.00	kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	**M_{Ed}^-** :	437.43	kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.	**Clase** :	1	
$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.	**$W_{pl,y}$** :	2149.00	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**f_{yd}** :	275.00	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.	**f_y** :	275.00	MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	1.00	

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{b,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M^{+}_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W^{+}_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{b,Rd}^{+}}$: 590.98 kN·m

$$\mathbf{M^{-}_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W^{-}_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{b,Rd}^{-}}$: 510.58 kN·m

Donde:

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: 2149.00 cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico.

$\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi^2_{LT} - \bar{\lambda}^2_{LT}}} \leq 1$$

$\mathbf{c_{LT}^{+}}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}^{-}}$: 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}^2_{LT}\right]$$

$\mathbf{f_{LT}^{+}}$: 0.51

$\mathbf{f_{LT}^{-}}$: 0.77

$\mathbf{a_{LT}}$: Coeficiente de imperfección elástica.

$\mathbf{a_{LT}}$: 0.21

$\mathbf{\grave{l}_{LT}}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}^{+}_{LT} = \sqrt{\frac{W^{+}_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\grave{l}_{LT}^{+}}$: 0.16

$$\bar{\lambda}^{-}_{LT} = \sqrt{\frac{W^{-}_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\grave{l}_{LT}^{-}}$: 0.66

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$\mathbf{M_{cr}^{+}}$: 24298.12 kN·m

$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: 1339.95 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right) \right\}$$

Siendo:

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$\mathbf{I_z}$: 9239.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme.

$\mathbf{I_t}$: 230.45 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección.

$\mathbf{I_w}$: 2069000.00 cm6

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad.

$\mathbf{E}$: 210000 MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal.

$\mathbf{G}$: 81000 MPa

$\mathbf{L_c^{+}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$\mathbf{L_c^{+}}$: 1.100 m

$\mathbf{L_c^{-}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$\mathbf{L_c^{-}}$: 5.792 m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{C_2}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$\mathbf{C_2}$: 1.00

$\mathbf{C_3}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$\mathbf{C_3}$: 1.00

$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

$\mathbf{k_z^{+}}$: 0.09

$\mathbf{k_z^{-}}$: 0.50

$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

$\mathbf{k_w^{+}}$: 0.09

$\mathbf{k_w^{-}}$: 0.50

$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

$\mathbf{z_g}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.024** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 6.15 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 6.15 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 258.25 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.187** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 153.75 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: 821.28 kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: 51.73 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

b: Ancho de la sección. **b** : 300.00 mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 20.50 mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: 11.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 27.00 mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

19.57 < **55.46** ✓

Donde:

$\mathbf{l_w}$: Esbeltez del alma. $\mathbf{l_w}$: 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\mathbf{l_{máx}}$: Esbeltez máxima. $\mathbf{l_{máx}}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: 235.00 MPa

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

153.75 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *153.75* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **1.08 kN ≤ 1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.740*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.860*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.447*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $N_{c,Ed}$: *10.32* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{-}$: *437.43* kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $M_{N,Rd,y}$: *590.98* kN·m

$$M_{N,Rd,y} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$n = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.002*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: *4435.75* kN

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $M_{pl,Rd,y}$: *590.98* kN·m

$$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 1.00

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.61

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.95*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *318.03*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*

$\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.86*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.48*

$\mathbf{\lambda_z}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.65*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³

$\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{153.75\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *153.75* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

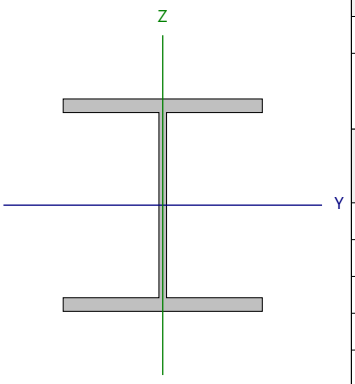
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N10

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N8	N10	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.732** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.847** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 134.59 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 432.70 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

$\mathbf{f_{LT}^{+}}$: 0.51
$\mathbf{f_{LT}^{-}}$: 0.77

$\mathbf{a_{LT}}$: Coeficiente de imperfección elástica. $\mathbf{a_{LT}}$: 0.21

$\mathbf{\chi_{LT}}$: Esbeltez reducida.

$$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{+}}$: 0.16

$$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{-}}$: 0.66

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral.
$\mathbf{M_{cr}^{+}}$: 24298.12 kN·m
$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: 1339.95 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 9239.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 230.45 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 2069000.00 cm6

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. $\mathbf{E}$: 210000 MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. $\mathbf{G}$: 81000 MPa

$\mathbf{L_c^{+}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $\mathbf{L_c^{+}}$: 1.100 m

$\mathbf{L_c^{-}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $\mathbf{L_c^{-}}$: 5.792 m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{C_2}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_2}$: 1.00

$\mathbf{C_3}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_3}$: 1.00

$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.
$\mathbf{k_z^{+}}$: 0.09
$\mathbf{k_z^{-}}$: 0.50

$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.
$\mathbf{k_w^{+}}$: 0.09
$\mathbf{k_w^{-}}$: 0.50

$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. $\mathbf{z_g}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. $\mathbf{z_a}$: 0.00 mm

$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. $\mathbf{z_s}$: 0.00 mm

$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. $\mathbf{z_j}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.185*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *152.10* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.23 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.23* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.732*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.850*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.850*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *432.70* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.23 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.23 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

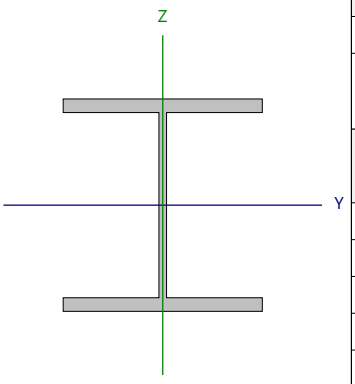
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N18

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N18	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.724** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.838** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 142.66 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 427.87 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.15* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.15* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.183*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *150.36* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

150.36 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *150.36* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.724*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.841*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.437*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *427.87* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.99

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.59

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.93*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *311.08*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.86*

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : *0.48*; $\mathbf{`l_z}$: *0.97*

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: *0.65*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{150.36\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *150.36* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

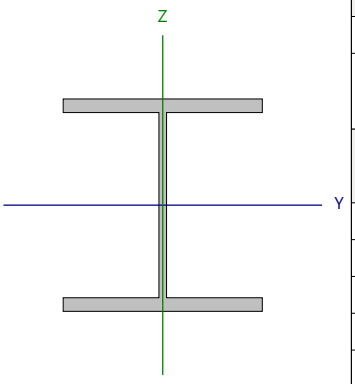
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N14/N16

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N14	N16	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.717** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.830** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 128.56 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 423.60 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

$\mathbf{f_{LT}^+}$: 0.51
$\mathbf{f_{LT}^-}$: 0.77

$\mathbf{a_{LT}}$: Coeficiente de imperfección elástica. $\mathbf{a_{LT}}$: 0.21

$\mathbf{\chi_{LT}}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^+}$: 0.16

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^-}$: 0.66

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$\mathbf{M_{cr}^+}$: 24298.12 kN·m
$\mathbf{M_{cr}^-}$: 1339.95 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 9239.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 230.45 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 2069000.00 cm6

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. $\mathbf{E}$: 210000 MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. $\mathbf{G}$: 81000 MPa

$\mathbf{L_c^+}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $\mathbf{L_c^+}$: 1.100 m

$\mathbf{L_c^-}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $\mathbf{L_c^-}$: 5.792 m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{C_2}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_2}$: 1.00

$\mathbf{C_3}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_3}$: 1.00

$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

$\mathbf{k_z^+}$: 0.09
$\mathbf{k_z^-}$: 0.50

$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

$\mathbf{k_w^+}$: 0.09
$\mathbf{k_w^-}$: 0.50

$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. $\mathbf{z_g}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. $\mathbf{z_a}$: 0.00 mm

$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. $\mathbf{z_s}$: 0.00 mm

$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. $\mathbf{z_j}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.181*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *148.87* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.13 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.13* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.717*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.832*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.832*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *423.60* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.13 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.13 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

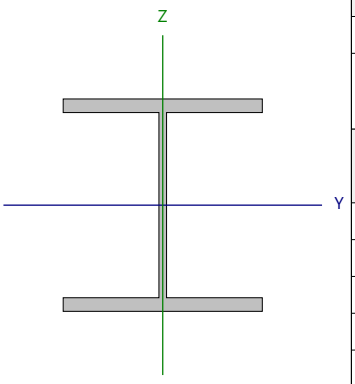
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N22/N24

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N22	N24	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 14.65 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 18.43 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.004*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.576** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.667** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 107.21 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 340.47 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *5.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *5.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.146*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *119.65* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.96* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

119.65 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *119.65* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.96 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.96* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.576*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.669*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.347*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *8.25* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *340.47* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.91

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.76

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.47

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.74*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *309.66*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.86*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.48*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.65*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{119.65\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *119.65* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

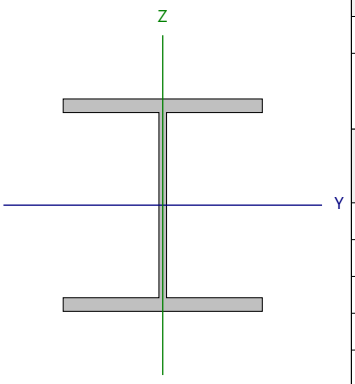
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N20/N22

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N20	N22	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 10.98 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 7.20 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.570** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.660** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 96.18 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 337.13 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

f_{LT}^{+} : 0.51
f_{LT}^{-} : 0.77

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.21

χ_{LT}: Esbeltez reducida.

$$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

χ_{LT}^{+} : 0.16

$$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

χ_{LT}^{-} : 0.66

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr}^{+} : 24298.12 kN·m
M_{cr}^{-} : 1339.95 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 9239.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 2069000.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^{+} : 1.100 m

L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^{-} : 5.792 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.
k_z^{+} : 0.09
k_z^{-} : 0.50

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.
k_w^{+} : 0.09
k_w^{-} : 0.50

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *5.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *5.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.144*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *118.49* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.96 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 2051.56 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 129.22 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

6.46 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.46 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 821.28 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.96 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.96* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.570*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.662*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.662*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *8.25* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *337.13* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³ $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00 K_{yz} : 1.00 K_{zy} : 1.00 K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.46 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 6.46 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

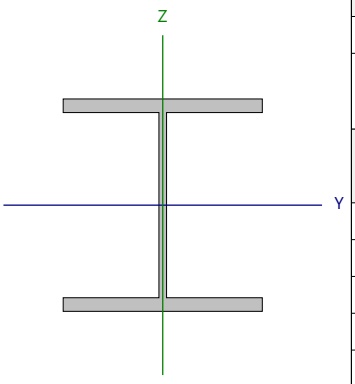
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N4/N6

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N4	N6	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *10.27* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *12.90* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.003*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.451** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.522** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 86.71 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 266.74 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.017*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *4.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *4.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.114*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *93.83* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.78* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

93.83 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *93.83* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.78 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.78* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.451*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.523*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.271*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *3.92* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *266.74* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.82

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.37

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 0.58

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.00

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 511.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00; $C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 0.97

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.48; λ_z : 0.97

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.66

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.65

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³; $W_{el,z}$: 615.93 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 19043.69 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 4718.00 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 12663.86 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 30820.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{93.83\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *93.83* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

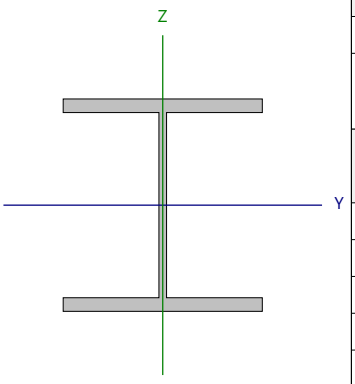
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N2/N4

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N2	N4	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 7.93 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 5.29 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.001*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.443** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.513** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 78.44 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 261.70 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.017*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *4.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *4.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.112*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *92.09* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.79 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 2051.56 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 129.22 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

4.78 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 4.78 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 821.28 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.79 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.79* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.443*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.514*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.514*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *5.57* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *261.70* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ $\mathbf{n}$: *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ $\mathbf{a}$: *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **4.78 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 4.78 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

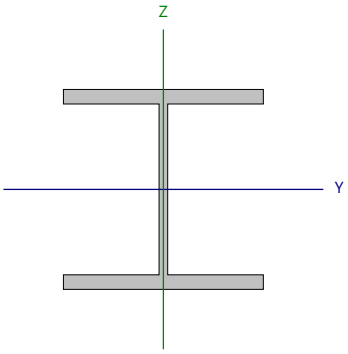
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N9/N10

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N9	N10	3.100	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.040** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.938 m del nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 100.45 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.126** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.166** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 315.91 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{N_{b,Rd}}$: *1907.21* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

$\mathbf{c_y}$: *0.98*
$\mathbf{c_z}$: *0.76*
$\mathbf{c_T}$: *0.85*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\mathbf{f_y}$: *0.55*
$\mathbf{f_z}$: *0.81*
$\mathbf{f_T}$: *0.69*

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$\mathbf{a_y}$: *0.34*
$\mathbf{a_z}$: *0.49*
$\mathbf{a_T}$: *0.49*

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{`l_y}$: *0.27*
$\mathbf{`l_z}$: *0.64*
$\mathbf{`l_T}$: *0.49*

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *6131.58* kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *35612.44* kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *6131.58* kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *10495.22* kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *2843.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.170 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.100 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.100 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 9.43 cm; i_z : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.315** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 39.14 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 71.59 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.51

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^{+} / M_{cr}^{+} : 0.045

M_{Ed}^{-} / M_{cr}^{-} : 0.081

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 879.33 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^{+} : 3.100 m

L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^{-} : 3.100 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

k_z : 1.05

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

k_w : 1.05

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *10.81* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.113*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.022** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 25.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **50.00 kN ≤ 221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 50.00 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.315*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.354*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.354*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *98.39* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *71.59* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.039*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$\mathbf{W_{pl,y}}$: *827.00* cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: *393.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.
$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{50.00\ kN} \leq \mathbf{221.33\ kN}$$ ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *7.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.013*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo. V_{Ed} : *5.63* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.49* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1160.94* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.11* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

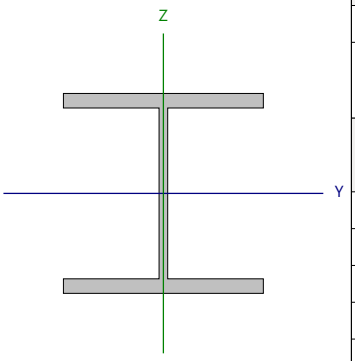
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N15/N16

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N15	N16	3.100	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.038** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.938 m del nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 96.02 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.124** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.162** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 309.24 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: 1907.21 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

$\mathbf{c_y}$: 0.98

$\mathbf{c_z}$: 0.76

$\mathbf{c_T}$: 0.85

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\mathbf{f_y}$: 0.55

$\mathbf{f_z}$: 0.81

$\mathbf{f_T}$: 0.69

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$\mathbf{a_y}$: 0.34

$\mathbf{a_z}$: 0.49

$\mathbf{a_T}$: 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{`l_y}$: 0.27

$\mathbf{`l_z}$: 0.64

$\mathbf{`l_T}$: 0.49

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 6131.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 35612.44 kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 6131.58 kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 10495.22 kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.170 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.100 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.100 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 9.43 cm; i_z : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.308** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 35.36 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 70.09 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.51

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^+ / M_{cr}^+ : 0.040

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : 0.080

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 879.33 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 3.100 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 3.100 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

k_z : 1.05

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

k_w : 1.05

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *10.81* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.113*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.022*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *25.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

50.00 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *50.00* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.308*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.346*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.346*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *93.97* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *70.09* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.038*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$\mathbf{W_{pl,y}}$: *827.00* cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: *393.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.
$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{50.00\ kN} \leq \mathbf{221.33\ kN}$$ ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *7.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.013*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *5.63* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.49* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1160.94* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.11* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

1.3.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 2.3	x: 0 m η = 7.7	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.3	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.2	**CUMPLE h = 22.3**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 4.0	x: 0 m η = 16.6	x: 0 m η = 31.5	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 35.4	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 35.4**
N15/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 3.8	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 30.8	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 34.6**
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 2.9	x: 0 m η = 12.9	x: 0 m η = 24.1	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 26.9	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.0	η = 0.3	**CUMPLE h = 26.9**
N31/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 13.2	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.2	**CUMPLE h = 15.6**
N2/N4	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.1	x: 5.681 m η = 51.3	x: 5.681 m η = 1.7	x: 5.681 m η = 11.2	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 51.4	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 51.4**
N4/N6	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.2	x: 0.111 m η = 0.3	x: 0.111 m η = 52.2	x: 0.111 m η = 1.7	x: 0.111 m η = 11.4	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 52.3	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 52.3**
N8/N10	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 84.7	x: 5.681 m η = 2.4	x: 5.681 m η = 18.5	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 85.0	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 85.0**
N10/N12	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 85.7	x: 0.111 m η = 2.4	x: 0.111 m η = 18.7	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 86.0	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 86.0**
N14/N16	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 83.0	x: 5.681 m η = 2.4	x: 5.681 m η = 18.1	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 83.2	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 83.2**
N16/N18	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 83.8	x: 0.111 m η = 2.4	x: 0.111 m η = 18.3	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 84.1	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 84.1**
N20/N22	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 66.0	x: 5.681 m η = 2.1	x: 5.681 m η = 14.4	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 66.2	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 66.2**
N22/N24	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.3	x: 0.111 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 66.7	x: 0.111 m η = 2.1	x: 0.111 m η = 14.6	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 66.9	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 66.9**
N36/N32	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 5.681 m η = 23.5	x: 5.681 m η = 1.4	x: 5.681 m η = 5.9	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 23.6	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 23.6**
N32/N33	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.1	x: 0.111 m η = 0.1	x: 0.111 m η = 23.7	x: 0.111 m η = 1.4	x: 0.111 m η = 6.0	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 23.8	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 23.8**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[2] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

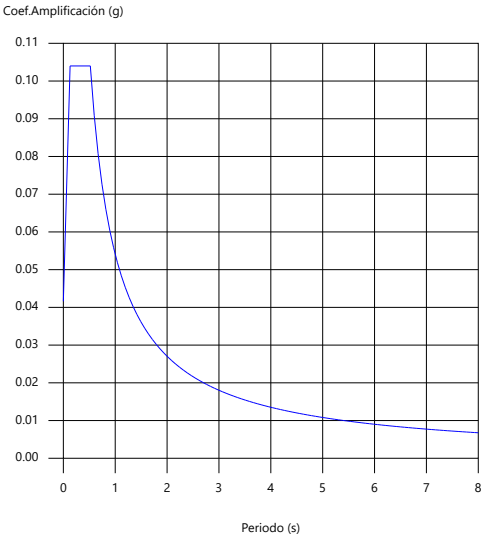
1.3.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.3.1. Espectro de cálculo

1.3.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

1.3.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **W** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

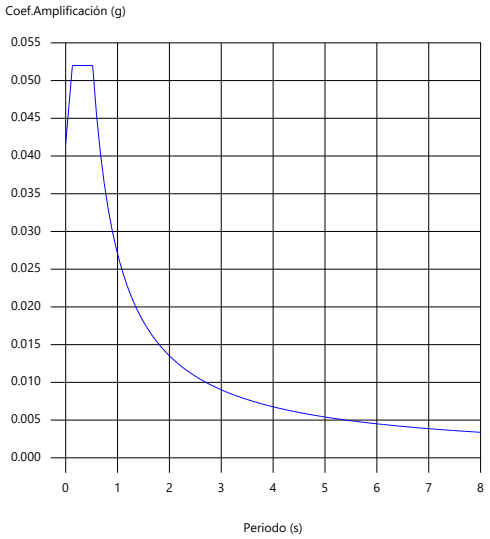
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



1.3.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	16.137	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm
Modo 2	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm
Modo 3	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.834 mm
Modo 4	19.545	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 320.863 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 320.863 mm
Modo 5	12.899	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 139.735 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 139.735 mm
Modo 6	1.466	0	1	0 %	5.84 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 7	1.466	0	1	0 %	5.84 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 8	1.314	0	1	0 %	4.7 %	R = 2 A = 0.202 m/s² D = 8.83481 mm	R = 2 A = 0.202 m/s² D = 8.83481 mm
Modo 9	1.085	0	1	0 %	3.22 %	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm
Modo 10	0.868	0	1	0 %	2.08 %	R = 2 A = 0.306 m/s² D = 5.84051 mm	R = 2 A = 0.306 m/s² D = 5.84051 mm
Modo 11	0.682	1	0	9.11 %	0 %	R = 2 A = 0.389 m/s² D = 4.59253 mm	R = 2 A = 0.389 m/s² D = 4.59253 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 12	0.852	1	0	14.15 %	0 %	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm
Modo 13	1.150	1	0	25.7 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 14	1.030	1	0	20.67 %	0 %	R = 2 A = 0.258 m/s² D = 6.92954 mm	R = 2 A = 0.258 m/s² D = 6.92954 mm
Modo 15	1.150	1	0	25.7 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 16	0.348	0	1	0 %	1.92 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 17	0.348	0	1	0 %	1.92 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 18	0.311	0	1	0 %	1.55 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.25379 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.25379 mm
Modo 19	0.257	0	1	0 %	1.08 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm
Modo 20	0.206	0	1	0 %	0.72 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.54629 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.54629 mm
Modo 21	0.438	1	0	1.26 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48185 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48185 mm
Modo 22	0.438	1	0	1.26 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48182 mm
Modo 23	0.393	1	0	1.01 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.99659 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.99659 mm
Modo 24	0.325	1	0	0.69 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm
Modo 25	0.261	1	0	0.44 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.88356 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.88356 mm
Modo 26	0.304	0	1	0 %	19.21 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 27	0.304	0	1	0 %	19.21 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 28	0.273	0	1	0 %	15.43 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.96116 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.96116 mm
Modo 29	0.226	0	1	0 %	10.53 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.65745 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.65745 mm
Total				99.99 %	93.25 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

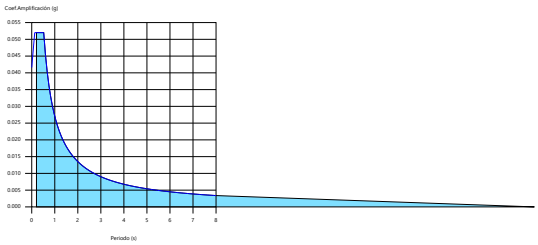
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2
1.1. Normas consideradas 2
1.2. Estados límite 2
1.2.1. Situaciones de proyecto 2
1.3. Sismo 6
1.3.1. Datos generales de sismo 6

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

- Con coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\gamma_{Q1}\psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\psi_{ai}Q_{ki}$

- Sin coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
A_E	Acción sísmica
A_d	Acción accidental
γ_G	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
γ_{Ad}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental
$\psi_{p,1}$	Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.700	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja
w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma
Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*
Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Análisis de pandeo..... 2
1.1.1. Modos de pandeo..... 2
1.1.2. Barras..... 5
1.1.3. Barras (Resumen)..... 13

1. ESTRUCTURA

1.1. Análisis de pandeo

1.1.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.787
	Modo 2	13.231
	Modo 3	16.382
	Modo 4	18.965
	Modo 5	35.216
	Modo 6	36.113
	Modo 7	36.439
	Modo 8	45.119
	Modo 9	52.234
	Modo 10	99.462
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.423
	Modo 2	6.705
	Modo 3	8.386
	Modo 4	9.371
	Modo 5	17.691
	Modo 6	18.467
	Modo 7	19.737
	Modo 8	23.097
	Modo 9	25.808
	Modo 10	54.359
	Modo 11	56.809
	Modo 12	59.294
	Modo 13	74.125
	Modo 14	82.803
[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.729
	Modo 2	5.861
	Modo 3	7.351
	Modo 4	9.347
	Modo 5	15.780
	Modo 6	16.143
	Modo 7	17.630
	Modo 8	20.246
	Modo 9	25.742
	Modo 10	48.556
	Modo 11	50.682
	Modo 12	51.845
	Modo 13	64.996
	Modo 14	82.591
[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.039
	Modo 2	6.287
	Modo 3	7.874
	Modo 4	8.955

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 5	16.632
	Modo 6	17.315
	Modo 7	18.705
	Modo 8	21.687
	Modo 9	24.663
	Modo 10	51.516
	Modo 11	53.413
	Modo 12	55.604
	Modo 13	69.610
	Modo 14	79.137
[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.421
	Modo 2	5.539
	Modo 3	6.955
	Modo 4	8.933
	Modo 5	14.932
	Modo 6	15.256
	Modo 7	16.802
	Modo 8	19.154
	Modo 9	24.602
	Modo 10	46.275
	Modo 11	47.962
	Modo 12	49.002
	Modo 13	61.498
	Modo 14	78.943
[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.225
	Modo 2	6.489
	Modo 3	8.122
	Modo 4	9.158
	Modo 5	17.145
	Modo 6	17.872
	Modo 7	19.207
	Modo 8	22.370
	Modo 9	25.223
	Modo 10	52.899
	Modo 11	55.059
	Modo 12	57.390
	Modo 13	71.797
	Modo 14	80.929
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.571
	Modo 2	5.696
	Modo 3	7.147
	Modo 4	9.135
	Modo 5	15.344
	Modo 6	15.687
	Modo 7	17.206
	Modo 8	19.685
	Modo 9	25.159

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 10	47.388
	Modo 11	49.284
	Modo 12	50.384
	Modo 13	63.199
	Modo 14	80.726
[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467
	Modo 2	7.467
	Modo 3	9.316
	Modo 4	13.707
	Modo 5	20.566
	Modo 6	20.566
	Modo 7	21.565
	Modo 8	25.659
	Modo 9	37.753
	Modo 10	59.392
	Modo 11	66.021
	Modo 12	66.021
	Modo 13	82.326
[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.345
	Modo 2	16.773
	Modo 3	19.819
	Modo 4	32.958
	Modo 5	38.668
	Modo 6	45.016
	Modo 7	46.195
	Modo 8	54.584
	Modo 9	90.771
[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953
	Modo 2	6.953
	Modo 3	8.689
	Modo 4	12.835
	Modo 5	19.148
	Modo 6	19.148
	Modo 7	20.338
	Modo 8	23.930
	Modo 9	35.350
	Modo 10	56.015
	Modo 11	61.479
	Modo 12	61.479
	Modo 13	76.793
[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.065
	Modo 2	14.381
	Modo 3	17.179
	Modo 4	28.329
	Modo 5	34.895
	Modo 6	38.738
	Modo 7	39.608

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 8	47.313
	Modo 9	78.023
	Modo 10	96.107
[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201
	Modo 2	7.201
	Modo 3	8.992
	Modo 4	13.257
	Modo 5	19.832
	Modo 6	19.832
	Modo 7	20.933
	Modo 8	24.765
	Modo 9	36.512
	Modo 10	57.654
	Modo 11	63.669
	Modo 12	63.669
	Modo 13	79.463
[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.120
	Modo 2	15.485
	Modo 3	18.405
	Modo 4	30.469
	Modo 5	36.685
	Modo 6	41.642
	Modo 7	42.648
	Modo 8	50.689
	Modo 9	83.915

1.1.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 4	18.965	100.000	Plano XY
		Modo 9	52.234	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 4	9.371	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.808	100.000	Plano XZ
		Modo 14	82.803	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 4	9.347	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.742	100.000	Plano XZ
		Modo 14	82.591	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 4	8.955	100.000	Plano XY
		Modo 9	24.663	100.000	Plano XZ
		Modo 14	79.137	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 4	8.933	100.000	Plano XY
		Modo 9	24.602	100.000	Plano XZ
		Modo 14	78.943	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 4	9.158	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.223	100.000	Plano XZ
		Modo 14	80.929	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 4	9.135	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.159	100.000	Plano XZ
		Modo 14	80.726	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 4	13.707	100.000	Plano XY
		Modo 9	37.753	100.000	Plano XZ
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 4	32.958	100.000	Plano XY
		Modo 9	90.771	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 4	12.835	100.000	Plano XY
		Modo 9	35.350	100.000	Plano XZ
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 4	28.329	100.000	Plano XY
		Modo 9	78.023	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 4	13.257	100.000	Plano XY
		Modo 9	36.512	100.000	Plano XZ
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 4	30.469	100.000	Plano XY
		Modo 9	83.915	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.787	100.000	Plano XY
		Modo 5	35.216	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.423	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.691	100.000	Plano XZ
		Modo 11	56.809	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.729	100.000	Plano XY
		Modo 5	15.780	100.000	Plano XZ
		Modo 11	50.682	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.039	100.000	Plano XY
		Modo 5	16.632	100.000	Plano XZ
		Modo 11	53.413	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.421	100.000	Plano XY
		Modo 5	14.932	100.000	Plano XZ
		Modo 11	47.962	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.225	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.145	100.000	Plano XZ
		Modo 11	55.059	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.571	100.000	Plano XY
		Modo 5	15.344	100.000	Plano XZ
		Modo 11	49.284	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467	100.000	Plano XY
		Modo 2	7.467	18.118	Plano XY
		Modo 5	20.566	8.897	Plano XZ
		Modo 6	20.566	100.000	Plano XZ
		Modo 11	66.021	100.000	Plano XY
		Modo 12	66.021	0.377	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 2	16.773	100.000	Plano XY
		Modo 7	46.195	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953	100.000	Plano XY
		Modo 2	6.953	7.910	Plano XY
		Modo 5	19.148	100.000	Plano XZ
		Modo 6	19.148	44.338	Plano XZ
		Modo 11	61.479	48.325	Plano XY
		Modo 12	61.479	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 2	14.381	100.000	Plano XY
		Modo 7	39.608	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201	100.000	Plano XY
		Modo 2	7.201	0.533	Plano XY
		Modo 5	19.832	100.000	Plano XZ
		Modo 6	19.832	5.791	Plano XZ
		Modo 11	63.669	100.000	Plano XY
		Modo 12	63.669	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 2	15.485	100.000	Plano XY
		Modo 7	42.648	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N15/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 2	13.231	100.000	Plano XY
		Modo 7	36.439	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 2	6.705	100.000	Plano XY
		Modo 6	18.467	100.000	Plano XZ
		Modo 12	59.294	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 2	5.861	100.000	Plano XY
		Modo 6	16.143	100.000	Plano XZ
		Modo 12	51.845	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	6.287	100.000	Plano XY
		Modo 6	17.315	100.000	Plano XZ
		Modo 12	55.604	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	5.539	100.000	Plano XY
		Modo 6	15.256	100.000	Plano XZ
		Modo 12	49.002	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	6.489	100.000	Plano XY
		Modo 6	17.872	100.000	Plano XZ
		Modo 12	57.390	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	5.696	100.000	Plano XY
		Modo 6	15.687	100.000	Plano XZ
		Modo 12	50.384	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467	3.878	Plano XY
		Modo 2	7.467	100.000	Plano XY
		Modo 5	20.566	100.000	Plano XZ
		Modo 6	20.566	17.251	Plano XZ
		Modo 11	66.021	17.055	Plano XY
		Modo 12	66.021	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.345	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	45.016	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953	4.621	Plano XY
		Modo 2	6.953	100.000	Plano XY
		Modo 5	19.148	25.440	Plano XZ
		Modo 6	19.148	100.000	Plano XZ
		Modo 11	61.479	100.000	Plano XY
		Modo 12	61.479	14.383	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.065	100.000	Plano XY
		Modo 6	38.738	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201	0.533	Plano XY
		Modo 2	7.201	100.000	Plano XY
		Modo 5	19.832	0.150	Plano XZ
		Modo 6	19.832	100.000	Plano XZ
		Modo 11	63.669	41.065	Plano XY
		Modo 12	63.669	0.363	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.120	100.000	Plano XY
		Modo 6	41.642	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N21/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	16.382	100.000	Plano XY
		Modo 8	45.119	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	8.386	100.000	Plano XY
		Modo 8	23.097	100.000	Plano XZ
		Modo 13	74.125	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	7.351	100.000	Plano XY
		Modo 8	20.246	100.000	Plano XZ
		Modo 13	64.996	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	7.874	100.000	Plano XY
		Modo 8	21.687	100.000	Plano XZ
		Modo 13	69.610	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	6.955	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.154	100.000	Plano XZ
		Modo 13	61.498	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	8.122	100.000	Plano XY
		Modo 8	22.370	100.000	Plano XZ
		Modo 13	71.797	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	7.147	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.685	100.000	Plano XZ
		Modo 13	63.199	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 3	9.316	100.000	Plano XY
		Modo 8	25.659	100.000	Plano XZ
		Modo 13	82.326	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 3	19.819	100.000	Plano XY
		Modo 8	54.584	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 3	8.689	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	23.930	100.000	Plano XZ
		Modo 13	76.793	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 3	17.179	100.000	Plano XY
		Modo 8	47.313	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 3	8.992	100.000	Plano XY
		Modo 8	24.765	100.000	Plano XZ
		Modo 13	79.463	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 3	18.405	100.000	Plano XY
		Modo 8	50.689	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N31/N32	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 6	36.113	100.000	Plano XY
		Modo 10	99.462	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 7	19.737	100.000	Plano XY
		Modo 10	54.359	100.000	Plano XZ
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 7	17.630	100.000	Plano XY
		Modo 10	48.556	100.000	Plano XZ
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 7	18.705	100.000	Plano XY
		Modo 10	51.516	100.000	Plano XZ
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 7	16.802	100.000	Plano XY
		Modo 10	46.275	100.000	Plano XZ
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 7	19.207	100.000	Plano XY
		Modo 10	52.899	100.000	Plano XZ
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 7	17.206	100.000	Plano XY
		Modo 10	47.388	100.000	Plano XZ
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 7	21.565	100.000	Plano XY
		Modo 10	59.392	100.000	Plano XZ
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 5	38.668	100.000	Plano XY
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 7	20.338	100.000	Plano XY
		Modo 10	56.015	100.000	Plano XZ
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 5	34.895	100.000	Plano XY
		Modo 10	96.107	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 7	20.933	100.000	Plano XY
		Modo 10	57.654	100.000	Plano XZ
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 5	36.685	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N2/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N4/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N8/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N16/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N20/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N22/N24	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N36/N32	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N32/N33	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

1.1.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N3/N4	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 4	8.933	192.502	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 9	24.602	192.502	100.000	Plano XZ
N9/N10	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.421	315.912	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	14.932	315.912	100.000	Plano XZ
N15/N16	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	5.539	309.235	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 6	15.256	309.235	100.000	Plano XZ
N21/N22	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	6.955	246.696	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 8	19.154	246.696	100.000	Plano XZ
N31/N32	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 7	16.802	103.256	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 10	46.275	103.256	100.000	Plano XZ
N2/N4	--	--	--	--	--	No pandea
N4/N6	--	--	--	--	--	No pandea
N8/N10	--	--	--	--	--	No pandea
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N16/N18	--	--	--	--	--	No pandea
N20/N22	--	--	--	--	--	No pandea
N22/N24	--	--	--	--	--	No pandea
N36/N32	--	--	--	--	--	No pandea
N32/N33	--	--	--	--	--	No pandea

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Uniones..... 2
1.1.1. Especificaciones..... 2
1.1.2. Referencias y simbología..... 3
1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 4
1.1.4. Memoria de cálculo..... 5
1.1.5. Medición..... 13

1. ESTRUCTURA

1.1. Uniones

1.1.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 1993-1-1).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

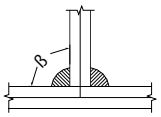
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

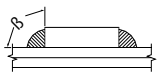
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos β > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
- Para ángulos β < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

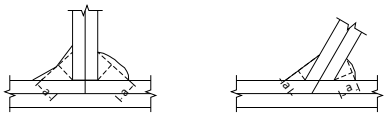
Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

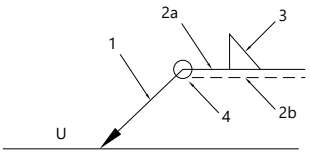
1.1.2. Referencias y simbología

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)



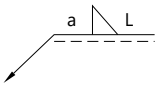
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

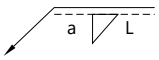


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

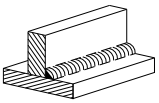
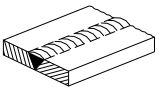
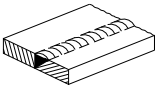
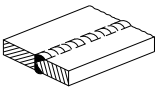
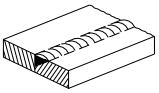
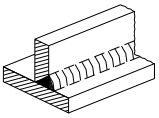
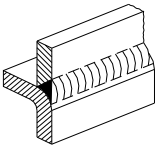


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

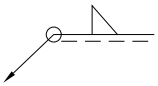
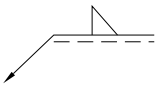
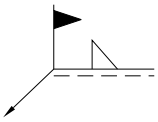


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

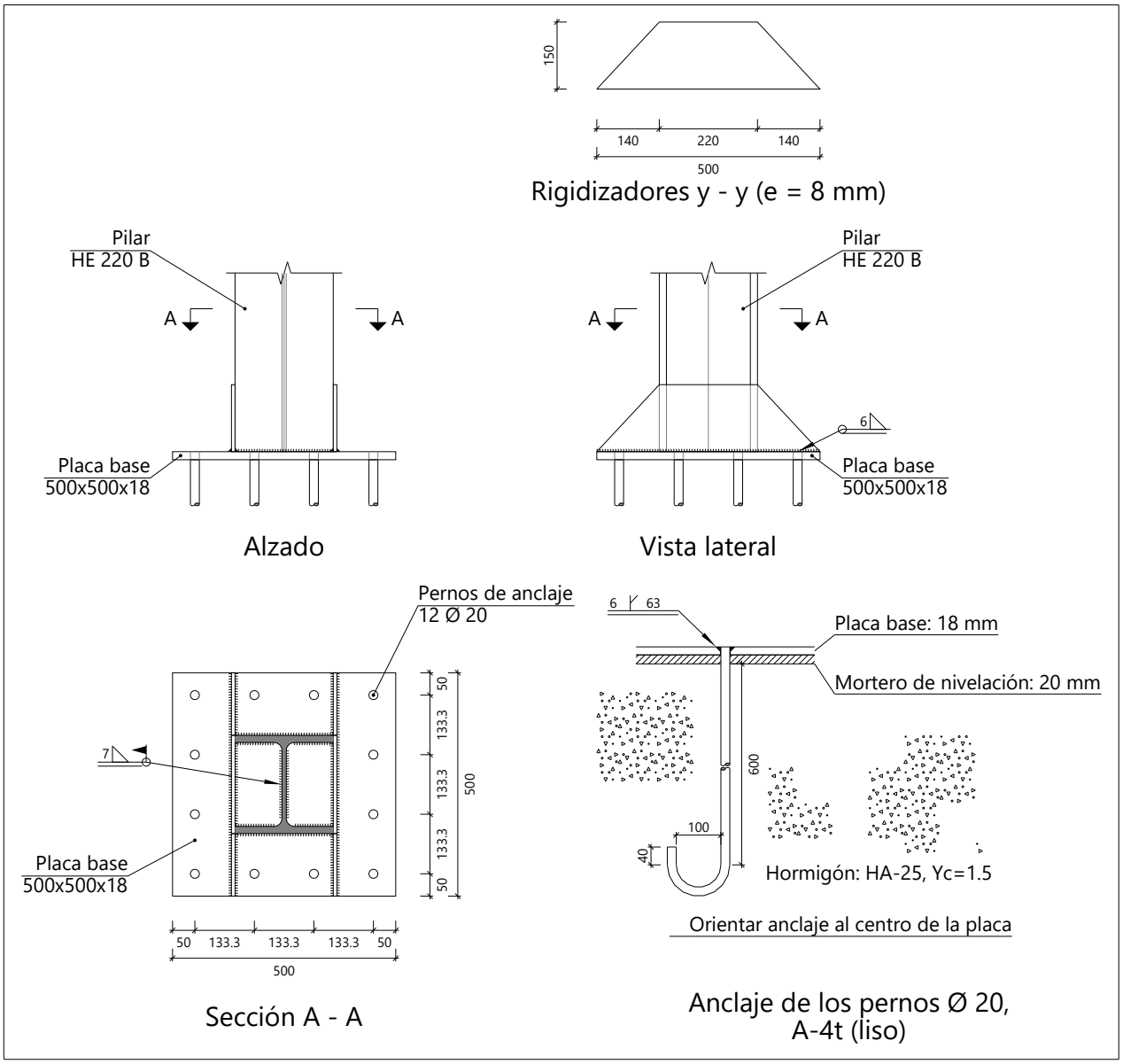
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

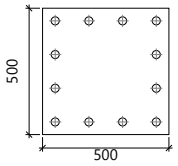
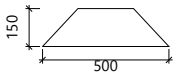
1.1.4. Memoria de cálculo

1.1.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	18	12	32	22	6	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		500	150	8	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00
a: Espesor de garganta efectivo *l: Longitud de las soldaduras* *t: Espesores de material*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 134 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 22 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 59.1 kN Calculado: 49.68 kN Máximo: 41.37 kN Calculado: 4.44 kN Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.03 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 52.8 kN Calculado: 45.93 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 167.364 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 169.2 kN Calculado: 4.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 230.669 MPa Calculado: 230.669 MPa Calculado: 129.678 MPa Calculado: 132.823 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 386.039 Calculado: 336.004 Calculado: 6584.79 Calculado: 6433.3	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 147.961 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.103 - Punto de tensión local máxima: (-0.11, -0.25)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	63	18.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	182.8	316.5	87.93	0.0	0.00	360.0	0.80

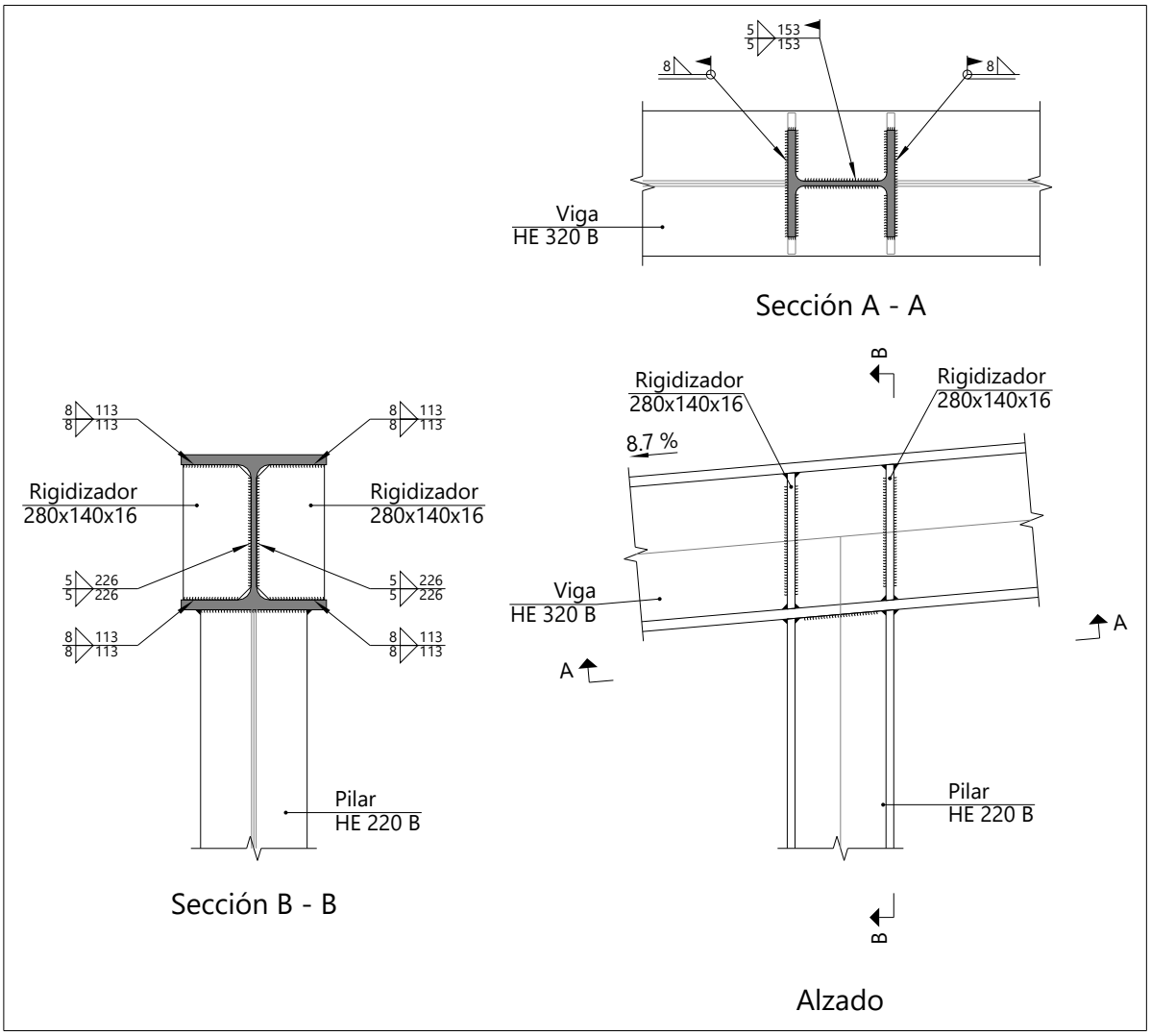
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	1936
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	754
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

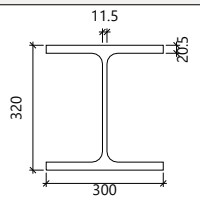
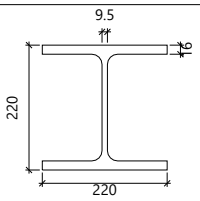
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	500x500x18	35.32
	Rigidizadores pasantes	2	500/220x150/0x8	6.78
			Total	42.11
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 20 - L = 658 + 228	26.23
			Total	26.23

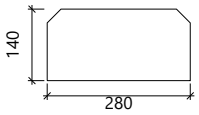
1.1.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		280	140	16	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

c) Comprobación

1) Viga HE 320 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.04
	Cortante	kN	188.15	525.85	35.78
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	46.67	275.00	16.97
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.67	275.00	12.24
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	46.67	275.00	16.97
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.65	275.00	12.24
Ala	Desgarro	N/mm²	114.05	275.00	41.47
	Cortante	N/mm²	213.18	275.00	77.52

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	31.5	34.4	0.0	67.4	16.66	31.6	10.19	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	32.4	56.1	13.87	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.02	22.8	7.35	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	31.5	34.4	0.0	67.4	16.66	31.6	10.19	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	32.4	56.1	13.87	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.02	22.8	7.35	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.01	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	85.05
Soldadura del alma	En ángulo	5	153	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	85.05

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	34.8	37.9	1.1	74.3	18.36	35.5	11.46	430.0	0.85
Soldadura del alma	32.6	32.6	13.8	69.5	17.16	32.7	10.56	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	28.8	26.4	0.6	54.0	13.34	28.8	9.29	430.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	1808
			8	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	305
			8	853

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	4	280x140x16	19.70
			Total	19.70

1.1.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	9680
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	3770
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	5465
430.0	En taller	En ángulo	5	9042
			8	9040
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1526
			8	4266

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	20	280x140x16	98.49
			Total	98.49

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	5	500x500x18	176.62
	Rigidizadores pasantes	10	500/220x150/0x8	33.91
			Total	210.54
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	60	Ø 20 - L = 658 + 228	131.17
			Total	131.17

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\Marquesina 2 Petra.gp3 Fecha:17/09/25

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 7.50 m
Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.60 kN/m²

Sin cerramiento en laterales.

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Perfiles laminados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: C
Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
Periodo de servicio (años): 50
Profundidad nave industrial: 30.00
Sin huecos.
1 - V H1: Cubiertas aisladas
2 - V H2: Cubiertas aisladas

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 5
Altitud topográfica: 120.00 m
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:
1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
2 - N(R): Nieve (redistribución)

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S 235	235	210

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 5.77 m Alero izquierdo: 2.60 m Alero derecho: 3.10 m	Pórtico rígido
2	Un agua	Luz total: 5.77 m Alero izquierdo: 3.10 m Alero derecho: 3.60 m	Pórtico rígido

Cargas en barras

Pórtico 1, Pórtico 5

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	4.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	2.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	5.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	5.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	6.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	4.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	2.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	6.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	6.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.57 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	6.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.57 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2, Pórtico 4

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	8.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	8.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.76 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	9.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	6.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	9.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	11.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\Marquesina 2 Petra.gp3 Fecha:17/09/25

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	16.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	8.27 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	4.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	8.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	5.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	8.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	10.97 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	17.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:
R : Posición relativa a la longitud de la barra.
EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

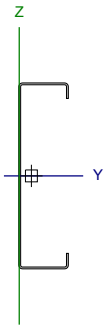
Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-300x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.10 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 78.11 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-300x3.0
Material: S 235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
6.318, 30.000, 3.147	6.318, 22.500, 3.147	7.500	14.70	1885.00	115.42	0.44	-19.64	0.00

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*
[3] *Coordenadas del centro de gravedad*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	7.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-3: 2006)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{Máx.}$ Cumple	N.P.[1]	N.P.[2]	x: 7.5 m η = 78.1	N.P.[3]	N.P.[4]	N.P.[5]	x: 7.5 m η = 20.3	N.P.[6]	N.P.[7]	N.P.[8]	N.P.[9]	**CUMPLE h = 78.1**

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-3: 2006)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	

Notación:
- *b / t: Relación anchura / espesor*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_y: Resistencia a flexión. Eje Y*
- *M_z: Resistencia a flexión. Eje Z*
- *M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial*
- *V_y: Resistencia a corte Y*
- *V_z: Resistencia a corte Z*
- *NM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión*
- *$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión*
- *$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión*
- *$M_tNM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(6) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(7) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*

Relación anchura / espesor (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$\mathbf{h}/\mathbf{t} \leq 500$ **h / t** : ***100.0*** ✓

$\mathbf{b}/\mathbf{t} \leq 60$ **b / t** : ***26.7*** ✓

$\mathbf{c}/\mathbf{t} \leq 50$ **c / t** : ***8.3*** ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq \mathbf{c}/\mathbf{b} \leq 0.6$ **c / b** : *0.313*

Donde:

h: Altura del alma.	**h** : *300.00*	mm
b: Ancho de las alas.	**b** : *80.00*	mm
c: Altura de los rigidizadores.	**c** : *25.00*	mm
t: Espesor.	**t** : *3.00*	mm

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.781** ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{+}$: 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 6.318, 22.500, 3.147, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{-}$: 22.37 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión **$M_{c,Rd}$** viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: 28.64 kN·m

Donde:

W_{eff}: Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión. W_{eff} : 121.88 cm³

f_{yb}: Límite elástico del material base. f_{yb} : 235.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.203*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 6.318, 22.500, 3.147, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *17.77* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{b,Rd}$** viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin\phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$: *87.71* kN

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *294.36* mm

t: Espesor. **t** : *3.00* mm

f: Ángulo que forma el alma con la horizontal. **f** : *90.0* grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

f_{bv} : *99.32* MPa

Siendo:

`l$_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

`l$_w$: *1.14*

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base. **f_{yb}** : *235.00* MPa

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a tracción y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 80.48 %

Coordenadas del nudo inicial: 6.318, 7.500, 3.147
Coordenadas del nudo final: 6.318, 0.000, 3.147
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V H1 a una distancia 3.750 m del origen en el tercer vano de la correa.
(Iy = 1885 cm4) (Iz = 115 cm4)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	12	138.50	0.12

ANEXO III: CÁLCULO MARQUESINA 3 APARCAMIENTO

ÍNDICE

1. CIMENTACIÓN..... 2
1.1. Elementos de cimentación aislados..... 2
1.1.1. Descripción..... 2
1.1.2. Medición..... 2
1.1.3. Comprobación..... 2

1. CIMENTACIÓN

1.1. Elementos de cimentación aislados

1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N15	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 240 cm Ancho zapata Y: 340 cm Canto: 80 cm	Sup X: 12Ø20c/28 Sup Y: 9Ø20c/27 Inf X: 12Ø20c/28 Inf Y: 9Ø20c/27
N9	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 240 cm Ancho zapata Y: 360 cm Canto: 80 cm	Sup X: 13Ø20c/28 Sup Y: 9Ø20c/27 Inf X: 13Ø20c/28 Inf Y: 9Ø20c/27

1.1.2. Medición

Referencias: N3 y N15		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	12x2.25 12x5.55	27.00 66.59
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.25 9x8.02	29.25 72.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	12x2.63 12x6.49	31.56 77.83
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.25 9x8.02	29.25 72.14
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	117.06 288.70	 288.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	128.77 317.57	 317.57

Referencia: N9		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.25 13x5.55	29.25 72.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.45 9x8.51	31.05 76.57
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	13x2.63 13x6.49	34.19 84.32
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x3.45 9x8.51	31.05 76.57
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	125.54 309.60	 309.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	138.09 340.56	 340.56

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
Elemento	Ø20	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3 y N15	2x317.57	2x6.53	2x0.82
Referencia: N9	340.56	6.91	0.86
Totales	975.70	19.97	2.50

1.1.3. Comprobación

Referencia: N3 Dimensiones: 240 x 340 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.032 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.044 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.046 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 535.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 230.4 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 10.07	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.09	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 50.87 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 95.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 27.47 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 65.83 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 182.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 62.2 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 84.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple

Referencia: N3
Dimensiones: 240 x 340 x 80
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27

Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 79 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 68.26 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.78 kN, Axil concomitante: 146.38 kN

Referencia: N3 Dimensiones: 240 x 340 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 104.72 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 224.57 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 903.80 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN		

Referencia: N9 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.056 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.043 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.052 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 627.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 16.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.51	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.63	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 81.04 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 156.76 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 43.65 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 106.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 290.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 111.6 kN/m²	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales:	Calculado: 140.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00142	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 89 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 240 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 66.53 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 12.06 kN, Axil concomitante: 142.67 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 131.45 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 281.89 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 956.97 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN		

Referencia: N15 Dimensiones: 240 x 340 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.047 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.040 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 586.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 46.1 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 6.26	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 2.43	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 70.44 kN·m	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 240 x 340 x 80 Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 127.16 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 37.96 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 87.01 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 252.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 99.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 122.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N15:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 79 cm	Cumple

Referencia: N15
Dimensiones: 240 x 340 x 80
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/27

Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 49 cm Calculado: 49 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 79 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 79 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 65.33 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 10.44 kN, Axil concomitante: 140.09 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 121.52 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 260.59 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.17
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 903.80 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 638.04 kN

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	7.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	7.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	7.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	7.500	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	15.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	15.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	15.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	15.000	11.540	3.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

1.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	N3/N4	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N9/N10	N9/N10	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N15/N16	N15/N16	HE 220 B (HEB)	-	2.939	0.161	1.00	0.70	3.100	3.100
		N2/N4	N2/N6	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N4/N6	N2/N6	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N8/N10	N8/N12	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N10/N12	N8/N12	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792
		N14/N16	N14/N18	HE 320 B (HEB)	-	5.681	0.111	1.10	1.00	1.100	5.792
		N16/N18	N14/N18	HE 320 B (HEB)	0.111	5.681	-	1.10	1.00	1.100	5.792

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N3/N4, N9/N10 y N15/N16
2	N2/N6, N8/N12 y N14/N18

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
		2	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N9/N10	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N15/N16	HE 220 B (HEB)	3.100	0.028	221.45
		N2/N6	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N8/N12	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68
		N14/N18	HE 320 B (HEB)	11.583	0.187	1466.68

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 220 B	9.300			0.085			664.35		
			HE 320 B	34.750			0.561			4400.03		
		HEB			44.050			0.645			5064.37	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)					44.050			0.645			5064.37

1.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 220 B	1.301	9.300	12.099
	HE 320 B	1.817	34.750	63.140
			Total	**75.240**

1.2. Cargas

1.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.840 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	9.564	9.564	9.564	9.564	9.564	9.564	9.564
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-70.93	-63.34	-55.74	-51.94	-44.34	-36.74	-29.15	-25.35	-17.75
		$My_{máx}$	37.49	33.47	29.46	27.45	23.43	19.42	15.40	13.39	9.38
		$Mz_{mín}$	-15.00	-9.34	-7.88	-7.15	-5.68	-4.22	-2.76	-2.02	-0.56
		$Mz_{máx}$	10.81	9.34	7.88	7.15	5.68	4.22	2.76	2.02	0.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.420 m	0.840 m	1.050 m	1.470 m	1.889 m	2.309 m	2.519 m	2.939 m
N15/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-273.662	-273.265	-272.868	-272.669	-272.272	-271.875	-271.478	-271.279	-270.882
		$N_{máx}$	80.261	80.555	80.849	80.996	81.290	81.585	81.879	82.026	82.320
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-3.285	-3.285	-3.285	-3.285	-3.285	-3.285	-3.285
		$Vy_{máx}$	3.285	3.285	3.285	3.285	3.285	3.285	3.285	3.285	3.285
		$Vz_{mín}$	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663	-15.663
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	7.903	7.903	7.903	7.903	7.903	7.903	7.903
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-61.40	-54.82	-48.24	-44.96	-38.38	-31.80	-25.23	-21.94	-15.36
		$My_{máx}$	30.97	27.66	24.34	22.68	19.36	16.04	12.73	11.07	8.41
		$Mz_{mín}$	-15.00	-8.80	-7.42	-6.74	-5.36	-3.98	-2.60	-1.91	-0.53
		$Mz_{máx}$	10.18	8.80	7.42	6.74	5.36	3.98	2.60	1.91	0.53

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N2/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-5.292	-5.029	-4.633	-4.369	-3.974	-3.578	-3.314	-2.919	-2.655
		$N_{máx}$	5.292	5.556	5.952	6.215	6.611	7.007	7.270	7.666	7.930
		$Vy_{mín}$	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785
		$Vy_{máx}$	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
		$Vz_{mín}$	-0.459	-3.909	-7.334	-9.590	-12.975	-16.360	-18.617	-22.002	-25.627
		$Vz_{máx}$	0.459	9.281	22.597	31.467	44.774	58.080	66.951	80.257	89.467
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-2.64	-16.22	-31.58	-64.06	-107.88	-143.39	-206.11	-254.30
		$My_{máx}$	0.00	1.11	5.92	10.72	20.34	32.84	42.77	60.08	73.54
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.45	-1.12	-1.56	-2.23	-2.90	-3.35	-4.01	-4.46
		$Mz_{máx}$	0.00	0.45	1.12	1.56	2.23	2.90	3.35	4.01	4.46

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N4/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-12.903	-12.639	-12.243	-11.980	-11.584	-11.188	-10.925	-10.529	-10.265
		$N_{máx}$	7.628	7.891	8.287	8.551	8.946	9.342	9.606	10.001	10.265
		$Vy_{mín}$	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785	-0.785
		$Vy_{máx}$	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785
		$Vz_{mín}$	-90.728	-81.379	-67.889	-58.896	-45.406	-31.916	-22.923	-9.509	-0.890
		$Vz_{máx}$	28.439	24.479	20.695	18.172	14.388	10.604	8.082	4.258	0.890
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-257.89	-209.02	-145.43	-109.42	-64.98	-32.04	-16.46	-2.70	0.00
		$My_{máx}$	81.56	66.60	47.35	36.31	22.44	11.79	6.48	1.21	0.00
		$Mz_{mín}$	-4.46	-4.01	-3.34	-2.90	-2.23	-1.56	-1.11	-0.45	0.00
		$Mz_{máx}$	4.46	4.01	3.34	2.90	2.23	1.56	1.11	0.45	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N8/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.652	-8.185	-7.486	-7.019	-6.319	-5.619	-5.153	-4.453	-3.986
		$N_{máx}$	8.652	9.119	9.819	10.285	10.985	11.685	12.151	12.851	13.318

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
		$Vy_{mín}$	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084	-1.084
		$Vy_{máx}$	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084
		$Vz_{mín}$	-0.750	-8.522	-14.142	-17.812	-23.317	-28.822	-32.492	-37.997	-45.682
		$Vz_{máx}$	0.750	16.371	38.568	53.341	75.500	97.659	112.431	134.590	150.686
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.65	-28.07	-54.18	-109.07	-182.84	-242.52	-347.76	-428.72
		$My_{máx}$	0.00	2.42	12.12	21.20	38.72	60.94	78.35	108.38	131.95
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.62	-1.54	-2.16	-3.08	-4.00	-4.62	-5.54	-6.16
		$Mz_{máx}$	0.00	0.62	1.54	2.16	3.08	4.00	4.62	5.54	6.16

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.705	-22.239	-21.539	-21.072	-20.372	-19.673	-19.206	-18.506	-18.039
		$N_{máx}$	13.374	13.840	14.540	15.007	15.707	16.406	16.873	17.573	18.039
		$Vy_{mín}$	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083	-1.083
		$Vy_{máx}$	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083	1.083
		$Vz_{mín}$	-152.268	-135.962	-113.588	-98.672	-76.298	-53.924	-39.007	-16.595	-1.563
		$Vz_{máx}$	50.674	42.330	36.144	32.020	25.833	19.647	15.523	9.219	1.563
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-433.25	-351.45	-245.13	-184.84	-110.29	-54.81	-28.42	-4.71	0.00
		$My_{máx}$	146.23	120.02	86.58	67.22	42.57	23.20	13.21	2.62	0.00
		$Mz_{mín}$	-6.15	-5.54	-4.61	-4.00	-3.08	-2.15	-1.54	-0.62	0.00
		$Mz_{máx}$	6.15	5.54	4.61	4.00	3.08	2.15	1.54	0.62	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.568 m	1.420 m	1.988 m	2.840 m	3.692 m	4.260 m	5.113 m	5.681 m
N14/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-7.825	-7.408	-6.784	-6.368	-5.743	-5.119	-4.702	-4.078	-3.662
		$N_{máx}$	7.825	8.241	8.865	9.282	9.906	10.530	10.947	11.571	11.987
		$Vy_{mín}$	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016	-1.016
		$Vy_{máx}$	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016
		$Vz_{mín}$	-0.678	-7.378	-11.977	-14.973	-19.468	-23.963	-26.960	-31.455	-38.078
		$Vz_{máx}$	0.678	14.354	33.719	46.607	65.938	85.269	98.156	117.487	131.588
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-4.08	-24.57	-47.39	-95.34	-159.76	-211.86	-303.73	-374.42
		$My_{máx}$	0.00	2.10	10.38	18.04	32.71	51.22	65.68	90.57	110.14
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.58	-1.44	-2.02	-2.89	-3.75	-4.33	-5.19	-5.77
		$Mz_{máx}$	0.00	0.58	1.44	2.02	2.89	3.75	4.33	5.19	5.77

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.111 m	0.679 m	1.531 m	2.099 m	2.951 m	3.803 m	4.371 m	5.224 m	5.792 m
N16/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-20.275	-19.859	-19.234	-18.818	-18.194	-17.569	-17.153	-16.529	-16.112
		$N_{máx}$	11.949	12.366	12.990	13.406	14.031	14.655	15.072	15.696	16.112
		$Vy_{mín}$	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015	-1.015
		$Vy_{máx}$	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
		$Vz_{mín}$	-132.894	-118.614	-99.108	-86.103	-66.597	-47.090	-34.086	-14.544	-1.396
		$Vz_{máx}$	42.397	35.199	30.117	26.729	21.647	16.565	13.177	7.989	1.396
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-378.15	-306.78	-214.02	-161.41	-96.36	-47.92	-24.86	-4.13	0.00
		$My_{máx}$	122.50	100.64	72.81	56.67	36.06	19.78	11.33	2.27	0.00
		$Mz_{mín}$	-5.77	-5.19	-4.33	-3.75	-2.88	-2.02	-1.44	-0.58	0.00
		$Mz_{máx}$	5.77	5.19	4.33	3.75	2.88	2.02	1.44	0.58	0.00

1.3.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N3/N4	20.58	0.000	-182.993	0.000	7.584	0.00	29.73	0.00	GV	Cumple
N9/N10	35.04	0.000	96.457	0.000	-18.096	0.00	-70.93	0.00	GV	Cumple
N15/N16	30.20	0.000	80.261	0.000	-15.663	0.00	-61.40	0.00	GV	Cumple
N2/N4	49.93	5.681	5.573	0.000	89.467	0.00	-254.30	0.00	GV	Cumple
N4/N6	50.66	0.111	-5.573	0.000	-90.728	0.00	-257.89	0.00	GV	Cumple
N8/N10	84.20	5.681	10.324	0.000	150.686	0.00	-428.72	0.00	GV	Cumple
N10/N12	85.15	0.111	-10.324	0.000	-152.268	0.00	-433.25	0.00	GV	Cumple
N14/N16	73.54	5.681	9.146	0.000	131.588	0.00	-374.42	0.00	GV	Cumple
N16/N18	74.32	0.111	-9.146	0.000	-132.894	0.00	-378.15	0.00	GV	Cumple

1.3.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

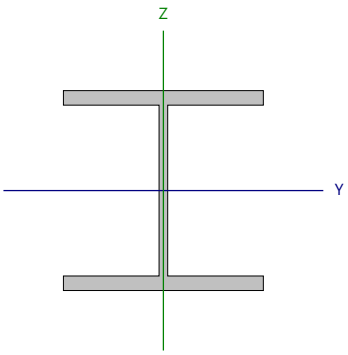
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.06 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.86 L/(>1000)
N2/N4	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.08 L/(>1000)	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	4.52 L/(>1000)
N4/N6	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.16 L/(>1000)	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	4.70 L/(>1000)
N9/N10	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.89 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.89 L/(>1000)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N8/N10	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.74 L/842.2	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	7.62 L/842.2
N10/N12	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.84 L/830.1	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	7.90 L/830.1
N15/N16	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	1.64 L/(>1000)	1.260 -	0.00 L/(>1000)	1.260 1.260	2.46 L/(>1000)
N14/N16	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	5.87 L/968.4	3.408 -	0.00 L/(>1000)	3.692 3.692	6.55 L/968.4
N16/N18	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	5.95 L/955.1	2.272 -	0.00 L/(>1000)	1.988 1.988	6.80 L/955.1

1.3.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N3/N4

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N3	N4	3.100	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

A_w: Área del alma. A_w : 17.86 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 35.20 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.022** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.938 m del nudo N3, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 54.88 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.075** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 187.08 kN

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$ $\mathbf{N_{c,Rd}}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez `l ≤ 0.2 o la relación $\mathbf{N_{c,Ed}}$ / $\mathbf{N_{cr}}$ ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l: Esbeltez reducida. `l : 0.64

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: Relación de axiles. $\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: 0.031

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 6131.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 35612.44 kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 6131.58 kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 10495.22 kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : 2.170 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : 3.100 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : 3.100 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : 9.43 cm **i_z** : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : 0.00 mm **z_0** : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.175** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : 30.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : 39.84 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.51

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : 0.034 **M_{Ed}^- / M_{cr}^-** : 0.045

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_y: Límite elástico. — f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. — M_{cr} : 879.33 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. — G : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — L_c^+ : 3.100 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — L_c^- : 3.100 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. — k_z : 1.05

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. — k_w : 1.05

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. — z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. — z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. — z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. — z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *8.01* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.113*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.022** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 25.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **50.00 kN ≤ 221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 50.00 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.131*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.206*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.143*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *182.99* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *29.73* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.073*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.02

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.71

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.54

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.01

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 1.01

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.02

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.06

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.42*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.12*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.07*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.51** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.01*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *1.79*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*

$C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *1.00*

c_z : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *1.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: *0.64*

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : *0.27*

λ_z : *0.64*

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : *0.51*

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : *0.51*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *735.55* cm³

$W_{el,z}$: *258.45* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *35612.44* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *6131.58* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *10495.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *8091.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **50.00 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.10* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.02* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.08* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

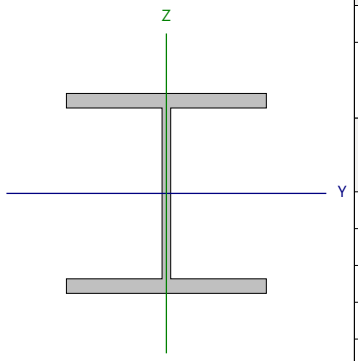
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N9/N10

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N9	N10	3.100	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.039** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.938 m del nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 98.52 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.125** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.164** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 312.99 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: 1907.21 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

$\mathbf{c_y}$: 0.98

$\mathbf{c_z}$: 0.76

$\mathbf{c_T}$: 0.85

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\mathbf{f_y}$: 0.55

$\mathbf{f_z}$: 0.81

$\mathbf{f_T}$: 0.69

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$\mathbf{a_y}$: 0.34

$\mathbf{a_z}$: 0.49

$\mathbf{a_T}$: 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{`l_y}$: 0.27

$\mathbf{`l_z}$: 0.64

$\mathbf{`l_T}$: 0.49

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 6131.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 35612.44 kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 6131.58 kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 10495.22 kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.170 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.100 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.100 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 9.43 cm; i_z : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.312** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 37.49 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 70.93 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.51

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^+ / M_{cr}^+ : 0.043

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : 0.081

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 879.33 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 3.100 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 3.100 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

k_z : 1.05

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

k_w : 1.05

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *10.81* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.113*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.022*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *25.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

50.00 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *50.00* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.312*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.350*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.350*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *96.46* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *70.93* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.039*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$\mathbf{W_{pl,y}}$: *827.00* cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: *393.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.
$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{50.00\ kN} \leq \mathbf{221.33\ kN}$$ ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *7.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.013*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo. V_{Ed} : *5.63* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.49* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1160.94* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.11* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

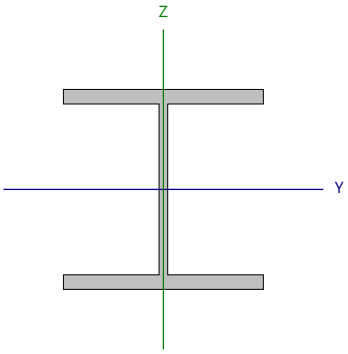
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N15/N16

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N15	N16	3.100	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.033** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.938 m del nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 82.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.109** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.143** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 273.66 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{N_{b,Rd}}$: *1907.21* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

$\mathbf{c_y}$: *0.98*
$\mathbf{c_z}$: *0.76*
$\mathbf{c_T}$: *0.85*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\mathbf{f_y}$: *0.55*
$\mathbf{f_z}$: *0.81*
$\mathbf{f_T}$: *0.69*

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$\mathbf{a_y}$: *0.34*
$\mathbf{a_z}$: *0.49*
$\mathbf{a_T}$: *0.49*

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{`l_y}$: *0.27*
$\mathbf{`l_z}$: *0.64*
$\mathbf{`l_T}$: *0.49*

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *6131.58* kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *35612.44* kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *6131.58* kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *10495.22* kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *2843.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.170 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.100 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.100 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 9.43 cm; i_z : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.270** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 30.97 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 61.40 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\overline{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\overline{\lambda}_{LT}$: 0.51

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^{+} / M_{cr}^{+} : 0.035

M_{Ed}^{-} / M_{cr}^{-} : 0.070

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : 879.33 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^{+} : 3.100 m

L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^{-} : 3.100 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

k_z : 1.05

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

k_w : 1.05

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.

z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.

z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.

z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *10.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.113*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.022** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 25.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **50.00 kN ≤ 221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 50.00 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.270*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.302*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.302*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *80.26* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *61.40* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.032*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$\mathbf{W_{pl,y}}$: *827.00* cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: *393.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.
$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*
$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{50.00\ kN} \leq \mathbf{221.33\ kN}$$ ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *7.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *5.01* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.29* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1160.96* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.10* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

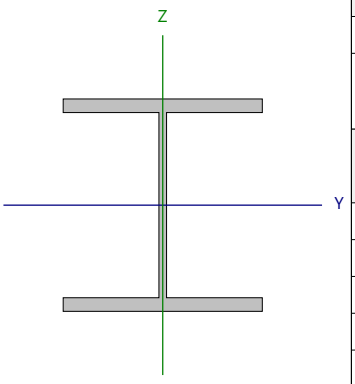
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N2/N4

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N2	N4	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *7.93* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *5.29* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.001*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.430** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.498** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 73.54 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 254.30 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.017*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *4.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *4.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.109*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *89.47* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *51.73* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.79* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

4.64 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *4.64* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.79 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.79* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.430*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.499*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.499*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *5.57* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *254.30* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ $\mathbf{n}$: *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ $\mathbf{a}$: *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³ $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00 K_{yz} : 1.00 K_{zy} : 1.00 K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **4.64 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 4.64 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

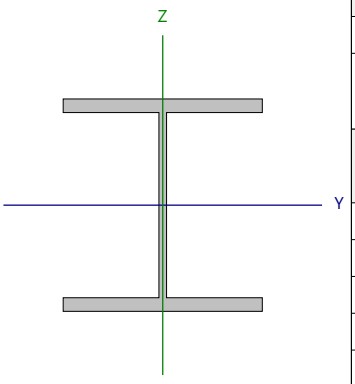
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N4/N6

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N4	N6	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 10.27 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 12.90 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.003*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.436** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.505** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 81.56 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 257.89 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.017*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *4.46* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *4.46* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.110*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *90.73* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.78* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

90.73 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *90.73* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.78 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.78* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.436*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.507*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.263*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *5.57* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *257.89* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.82

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 0.56

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.00

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 347.33

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: 0.97

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.48

$\bar{\lambda}_z$: 0.97

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: 0.66

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: 0.65

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³

$W_{el,z}$: 615.93 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 19043.69 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 4718.00 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 12663.86 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 30820.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{90.73\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *90.73* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

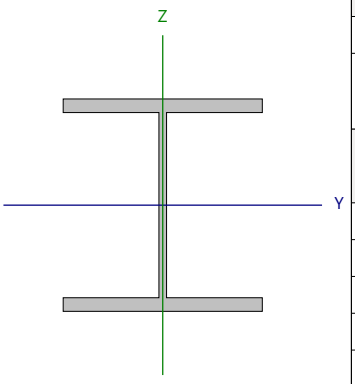
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N10

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N8	N10	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 13.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 8.65 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.725** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.840** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 131.95 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 428.72 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.16* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.16* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.183*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *150.69* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

8.19 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.19* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.725*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.842*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.842*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *428.72* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.19 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 8.19 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

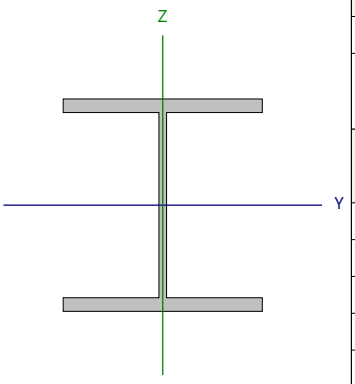
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N10/N12

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N10	N12	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 18.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 22.71 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.733** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.849** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 146.23 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 433.25 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

$\mathbf{f_{LT}^{+}}$: *0.51*
$\mathbf{f_{LT}^{-}}$: *0.77*

$\mathbf{a_{LT}}$: Coeficiente de imperfección elástica. $\mathbf{a_{LT}}$: *0.21*

$\mathbf{\chi_{LT}}$: Esbeltez reducida.

$$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{+}}$: *0.16*

$$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\mathbf{\chi_{LT}^{-}}$: *0.66*

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral. $\mathbf{M_{cr}^{+}}$: *24298.12* kN·m
$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: *1339.95* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *9239.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *2069000.00* cm6

$\mathbf{E}$: Módulo de elasticidad. $\mathbf{E}$: *210000* MPa

$\mathbf{G}$: Módulo de elasticidad transversal. $\mathbf{G}$: *81000* MPa

$\mathbf{L_c^{+}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $\mathbf{L_c^{+}}$: *1.100* m

$\mathbf{L_c^{-}}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $\mathbf{L_c^{-}}$: *5.792* m

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{C_2}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_2}$: *1.00*

$\mathbf{C_3}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_3}$: *1.00*

$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. $\mathbf{k_z^{+}}$: *0.09*
$\mathbf{k_z^{-}}$: *0.50*

$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. $\mathbf{k_w^{+}}$: *0.09*
$\mathbf{k_w^{-}}$: *0.50*

$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. $\mathbf{z_g}$: *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. $\mathbf{z_a}$: *0.00* mm

$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. $\mathbf{z_s}$: *0.00* mm

$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. $\mathbf{z_j}$: *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *6.15* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *6.15* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.185*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *152.27* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

152.27 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *152.27* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.733*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.851*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.442*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *10.32* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *433.25* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 1.00

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.70

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.60

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.94*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *314.99*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*

$\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.86*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{\bar{\lambda}_y}$, $\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\bar{\lambda}_y}$: *0.48*

$\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: *0.97*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: *0.65*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³

$\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{152.27\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *152.27* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

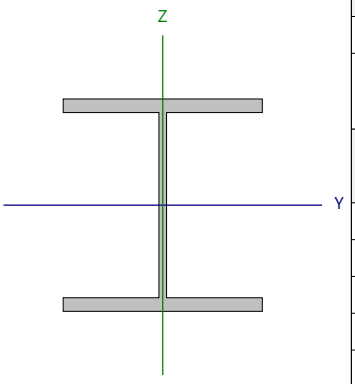
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N14/N16

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N14	N16	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.680 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *11.99* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *7.82* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.634** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.733** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 110.14 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 374.42 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.022*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *5.77* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *5.77* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *939.10* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.160*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *131.59* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *821.28* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.02* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

7.18 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *7.18* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.02 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.02* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.634*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.735*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.735*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.681 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{t,Ed}}$: Axil de tracción solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: *9.15* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *374.42* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a tracción. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.86

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.284 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **7.18 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 7.18 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 821.28 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

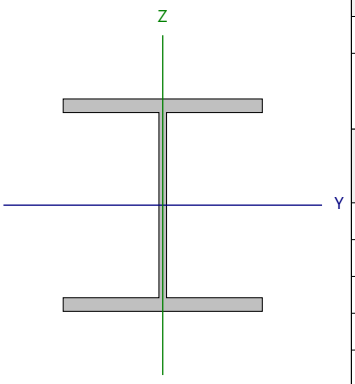
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N18

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N18	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *16.11* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *20.28* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.004*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.640** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.741** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 122.50 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 378.15 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

χ_{LT}^+ : 1.00

χ_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.09	
	k_z^{-} :	0.50	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.09	
	k_w^{-} :	0.50	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.022*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *5.77* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *5.77* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.162*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *132.89* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *20.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*
e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.02* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

132.89 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *132.89* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.02 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.02* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.640*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.743*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.386*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *9.15* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *378.15* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.002*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.94

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.74

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.52

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: 0.00

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: 0.82

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: 1.12

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: 1.50

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: 0.00

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.65** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: 310.35

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: 1.00; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: 1.00

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: 1.00; $\mathbf{c_z}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: 0.86

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: 0.97

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : 0.48; $\mathbf{`l_z}$: 0.97

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: 0.66

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: 0.65

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: 1926.25 cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: 615.93 cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19043.69 kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 4718.00 kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 12663.86 kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 30820.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.111 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad \mathbf{132.89\ kN} \leq \mathbf{410.64\ kN}$$

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *132.89* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

1.3.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 2.2	x: 0 m η = 7.5	x: 0 m η = 17.5	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.7	η = 0.2	**CUMPLE h = 20.6**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 3.9	x: 0 m η = 16.4	x: 0 m η = 31.2	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 35.0	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.3	η = 0.3	**CUMPLE h = 35.0**
N15/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.938 m η = 3.3	x: 0 m η = 14.3	x: 0 m η = 27.0	x: 0 m η = 13.8	x: 0 m η = 11.3	x: 0 m η = 2.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 30.2	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.1	η = 0.3	**CUMPLE h = 30.2**
N2/N4	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.1	x: 5.681 m η = 49.8	x: 5.681 m η = 1.7	x: 5.681 m η = 10.9	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 49.9	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 49.9**
N4/N6	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.2	x: 0.111 m η = 0.3	x: 0.111 m η = 50.5	x: 0.111 m η = 1.7	x: 0.111 m η = 11.0	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 50.7	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 50.7**
N8/N10	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 84.0	x: 5.681 m η = 2.4	x: 5.681 m η = 18.3	η = 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 84.2	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 84.2**
N10/N12	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 84.9	x: 0.111 m η = 2.4	x: 0.111 m η = 18.5	η = 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 85.1	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 85.1**
N14/N16	x: 0.284 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.68 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.2	x: 5.681 m η = 73.3	x: 5.681 m η = 2.2	x: 5.681 m η = 16.0	η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 0.284 m η < 0.1	x: 5.681 m η = 73.5	x: 0.284 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 73.5**
N16/N18	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.792 m η = 0.4	x: 0.111 m η = 0.5	x: 0.111 m η = 74.1	x: 0.111 m η = 2.2	x: 0.111 m η = 16.2	η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 74.3	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 74.3**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[2] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

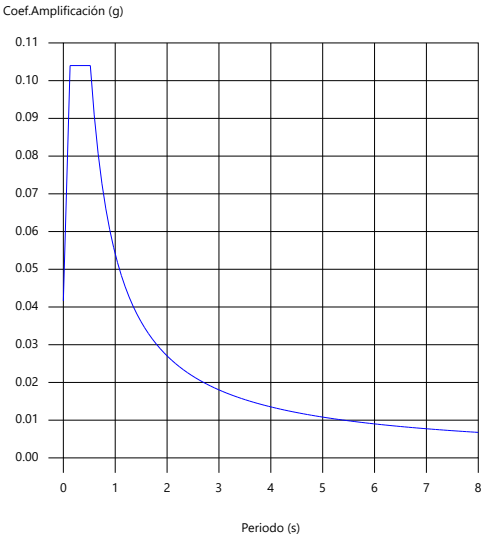
1.3.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.3.1. Espectro de cálculo

1.3.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$S = \frac{C}{1,25}$ $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$

$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25})$ $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$

$S = 1,0$ $0,4g \leq \rho \cdot a_b$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

1.3.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta — **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) — **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) — **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) — **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) — **a_c** : *0.042* g

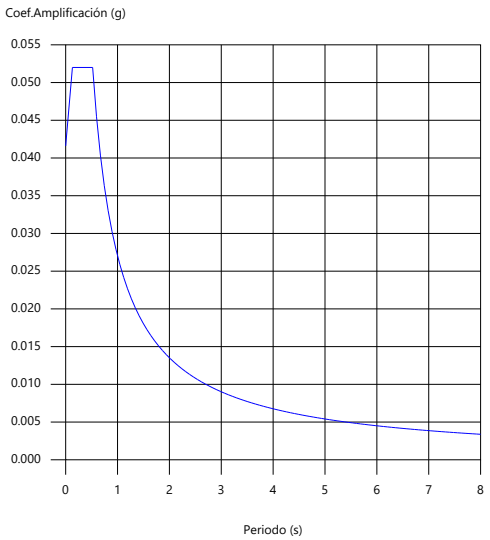
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) — **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



1.3.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	16.137	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 218.709 mm
Modo 2	21.819	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 399.836 mm
Modo 3	20.556	1	0	0 %	0 %	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 354.914 mm	R = 2 A = 0.033 m/s² D = 354.914 mm
Modo 4	1.466	0	1	0 %	8.88 %	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm	R = 2 A = 0.181 m/s² D = 9.85933 mm
Modo 5	1.382	0	1	0 %	7.89 %	R = 2 A = 0.192 m/s² D = 9.29083 mm	R = 2 A = 0.192 m/s² D = 9.29083 mm
Modo 6	1.085	0	1	0 %	4.9 %	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.29908 mm
Modo 7	0.852	1	0	21.52 %	0 %	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm	R = 2 A = 0.312 m/s² D = 5.73441 mm
Modo 8	1.150	1	0	39.09 %	0 %	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm	R = 2 A = 0.231 m/s² D = 7.73304 mm
Modo 9	1.084	1	0	34.73 %	0 %	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.28896 mm	R = 2 A = 0.245 m/s² D = 7.28896 mm
Modo 10	0.348	0	1	0 %	2.91 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.56227 mm
Modo 11	0.328	0	1	0 %	2.6 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.38681 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.38681 mm
Modo 12	0.257	0	1	0 %	1.65 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.85476 mm
Modo 13	0.438	1	0	1.91 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48185 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.48185 mm
Modo 14	0.413	1	0	1.7 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.20582 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.20582 mm
Modo 15	0.325	1	0	1.05 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.36891 mm
Modo 16	0.304	0	1	0 %	29.21 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.19594 mm
Modo 17	0.287	0	1	0 %	25.94 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.0624 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.0624 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 18	0.226	0	1	0 %	16.02 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.65745 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.65745 mm
Total				100 %	100 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

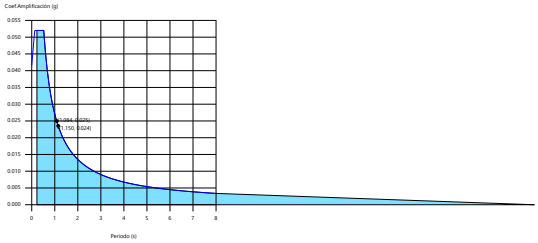
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 8	1.150	0.024
Modo 9	1.084	0.025

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2
1.1. Normas consideradas 2
1.2. Estados límite 2
1.2.1. Situaciones de proyecto 2
1.3. Sismo 6
1.3.1. Datos generales de sismo 6

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

- Con coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\gamma_{Q1}\psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\psi_{ai}Q_{ki}$

- Sin coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
A_E	Acción sísmica
A_d	Acción accidental
γ_G	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
γ_{Ad}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental
$\psi_{p,1}$	Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.700	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja
w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma
Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*
Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

1. ESTRUCTURA

1.1. Análisis de pandeo

1.1.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.977
	Modo 2	14.856
	Modo 3	19.765
	Modo 4	35.741
	Modo 5	40.917
	Modo 6	54.435
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.544
	Modo 2	7.568
	Modo 3	9.862
	Modo 4	18.022
	Modo 5	20.843
	Modo 6	27.160
	Modo 7	57.870
	Modo 8	66.909
	Modo 9	87.128
[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.786
	Modo 2	6.625
	Modo 3	9.634
	Modo 4	15.937
	Modo 5	18.246
	Modo 6	26.532
	Modo 7	51.184
	Modo 8	58.588
	Modo 9	85.119
[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.145
	Modo 2	7.101
	Modo 3	9.402
	Modo 4	16.924
	Modo 5	19.558
	Modo 6	25.894
	Modo 7	54.350
	Modo 8	62.790
	Modo 9	83.078
[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472
	Modo 2	6.264
	Modo 3	9.194
	Modo 4	15.072
	Modo 5	17.253
	Modo 6	25.323
	Modo 7	48.411
	Modo 8	55.406
	Modo 9	81.250

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.338
	Modo 2	7.327
	Modo 3	9.626
	Modo 4	17.456
	Modo 5	20.180
	Modo 6	26.512
	Modo 7	56.055
	Modo 8	64.784
	Modo 9	85.055
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.625
	Modo 2	6.440
	Modo 3	9.409
	Modo 4	15.492
	Modo 5	17.736
	Modo 6	25.914
	Modo 7	49.759
	Modo 8	56.952
	Modo 9	83.140
[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467
	Modo 2	8.418
	Modo 3	13.707
	Modo 4	20.566
	Modo 5	23.184
	Modo 6	37.753
	Modo 7	66.021
	Modo 8	74.403
[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.583
	Modo 2	18.155
	Modo 3	31.636
	Modo 4	45.672
	Modo 5	50.001
	Modo 6	87.129
[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953
	Modo 2	7.844
	Modo 3	12.835
	Modo 4	19.148
	Modo 5	21.604
	Modo 6	35.350
	Modo 7	61.479
	Modo 8	69.345
[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.241
	Modo 2	15.682
	Modo 3	27.347
	Modo 4	39.223
	Modo 5	43.191
	Modo 6	75.317
[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 2	8.121
	Modo 3	13.257
	Modo 4	19.832
	Modo 5	22.366
	Modo 6	36.512
	Modo 7	63.669
	Modo 8	71.785
[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.323
	Modo 2	16.828
	Modo 3	29.335
	Modo 4	42.202
	Modo 5	46.347
	Modo 6	80.793

1.1.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	19.765	100.000	Plano XY
		Modo 6	54.435	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	9.862	100.000	Plano XY
		Modo 6	27.160	100.000	Plano XZ
		Modo 9	87.128	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	9.634	100.000	Plano XY
		Modo 6	26.532	100.000	Plano XZ
		Modo 9	85.119	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.402	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.894	100.000	Plano XZ
		Modo 9	83.078	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.194	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.323	100.000	Plano XZ
		Modo 9	81.250	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	9.626	100.000	Plano XY
		Modo 6	26.512	100.000	Plano XZ
		Modo 9	85.055	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	9.409	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.914	100.000	Plano XZ
		Modo 9	83.140	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 3	13.707	100.000	Plano XY
		Modo 6	37.753	100.000	Plano XZ
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 3	31.636	100.000	Plano XY
		Modo 6	87.129	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 3	12.835	100.000	Plano XY
		Modo 6	35.350	100.000	Plano XZ
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 3	27.347	100.000	Plano XY
		Modo 6	75.317	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 3	13.257	100.000	Plano XY
		Modo 6	36.512	100.000	Plano XZ
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 3	29.335	100.000	Plano XY
		Modo 6	80.793	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.977	100.000	Plano XY
		Modo 4	35.741	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.544	100.000	Plano XY
		Modo 4	18.022	100.000	Plano XZ
		Modo 7	57.870	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.786	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.937	100.000	Plano XZ
		Modo 7	51.184	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.145	100.000	Plano XY
		Modo 4	16.924	100.000	Plano XZ
		Modo 7	54.350	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.072	100.000	Plano XZ
		Modo 7	48.411	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.338	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.456	100.000	Plano XZ
		Modo 7	56.055	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.625	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.492	100.000	Plano XZ
		Modo 7	49.759	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467	100.000	Plano XY
		Modo 4	20.566	100.000	Plano XZ
		Modo 7	66.021	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.583	100.000	Plano XY
		Modo 4	45.672	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.148	100.000	Plano XZ
		Modo 7	61.479	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.241	100.000	Plano XY
		Modo 4	39.223	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.832	100.000	Plano XZ
		Modo 7	63.669	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.323	100.000	Plano XY
		Modo 4	42.202	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N15/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 2	14.856	100.000	Plano XY
		Modo 5	40.917	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 2	7.568	100.000	Plano XY
		Modo 5	20.843	100.000	Plano XZ
		Modo 8	66.909	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 2	6.625	100.000	Plano XY
		Modo 5	18.246	100.000	Plano XZ
		Modo 8	58.588	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	7.101	100.000	Plano XY
		Modo 5	19.558	100.000	Plano XZ
		Modo 8	62.790	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	6.264	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.253	100.000	Plano XZ
		Modo 8	55.406	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	7.327	100.000	Plano XY
		Modo 5	20.180	100.000	Plano XZ
		Modo 8	64.784	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	6.440	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.736	100.000	Plano XZ
		Modo 8	56.952	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 2	8.418	100.000	Plano XY
		Modo 5	23.184	100.000	Plano XZ
		Modo 8	74.403	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 2	18.155	100.000	Plano XY
		Modo 5	50.001	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 2	7.844	100.000	Plano XY
		Modo 5	21.604	100.000	Plano XZ
		Modo 8	69.345	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 2	15.682	100.000	Plano XY
		Modo 5	43.191	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 2	8.121	100.000	Plano XY
		Modo 5	22.366	100.000	Plano XZ
		Modo 8	71.785	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 2	16.828	100.000	Plano XY
		Modo 5	46.347	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N2/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N4/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N8/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N16/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

1.1.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N3/N4	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.194	187.078	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 6	25.323	187.078	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N9/N10	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472	312.991	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 4	15.072	312.991	100.000	Plano XZ
N15/N16	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	6.264	273.662	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	17.253	273.662	100.000	Plano XZ
N2/N4	--	--	--	--	--	No pandea
N4/N6	--	--	--	--	--	No pandea
N8/N10	--	--	--	--	--	No pandea
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N16/N18	--	--	--	--	--	No pandea

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Análisis de pandeo..... 2
1.1.1. Modos de pandeo..... 2
1.1.2. Barras..... 4
1.1.3. Barras (Resumen)..... 8
1.2. Uniones..... 9
1.2.1. Especificaciones..... 9
1.2.2. Referencias y simbología..... 10
1.2.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 11
1.2.4. Memoria de cálculo..... 12
1.2.5. Medición..... 20

1. ESTRUCTURA

1.1. Análisis de pandeo

1.1.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.977
	Modo 2	14.856
	Modo 3	19.765
	Modo 4	35.741
	Modo 5	40.917
	Modo 6	54.435
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.544
	Modo 2	7.568
	Modo 3	9.862
	Modo 4	18.022
	Modo 5	20.843
	Modo 6	27.160
	Modo 7	57.870
	Modo 8	66.909
	Modo 9	87.128
[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.786
	Modo 2	6.625
	Modo 3	9.634
	Modo 4	15.937
	Modo 5	18.246
	Modo 6	26.532
	Modo 7	51.184
	Modo 8	58.588
	Modo 9	85.119
[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.145
	Modo 2	7.101
	Modo 3	9.402
	Modo 4	16.924
	Modo 5	19.558
	Modo 6	25.894
	Modo 7	54.350
	Modo 8	62.790
	Modo 9	83.078
[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472
	Modo 2	6.264
	Modo 3	9.194
	Modo 4	15.072
	Modo 5	17.253
	Modo 6	25.323
	Modo 7	48.411
	Modo 8	55.406
	Modo 9	81.250

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.338
	Modo 2	7.327
	Modo 3	9.626
	Modo 4	17.456
	Modo 5	20.180
	Modo 6	26.512
	Modo 7	56.055
	Modo 8	64.784
	Modo 9	85.055
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.625
	Modo 2	6.440
	Modo 3	9.409
	Modo 4	15.492
	Modo 5	17.736
	Modo 6	25.914
	Modo 7	49.759
	Modo 8	56.952
	Modo 9	83.140
[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467
	Modo 2	8.418
	Modo 3	13.707
	Modo 4	20.566
	Modo 5	23.184
	Modo 6	37.753
	Modo 7	66.021
	Modo 8	74.403
[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.583
	Modo 2	18.155
	Modo 3	31.636
	Modo 4	45.672
	Modo 5	50.001
	Modo 6	87.129
[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953
	Modo 2	7.844
	Modo 3	12.835
	Modo 4	19.148
	Modo 5	21.604
	Modo 6	35.350
	Modo 7	61.479
	Modo 8	69.345
[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.241
	Modo 2	15.682
	Modo 3	27.347
	Modo 4	39.223
	Modo 5	43.191
	Modo 6	75.317
[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 2	8.121
	Modo 3	13.257
	Modo 4	19.832
	Modo 5	22.366
	Modo 6	36.512
	Modo 7	63.669
	Modo 8	71.785
[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.323
	Modo 2	16.828
	Modo 3	29.335
	Modo 4	42.202
	Modo 5	46.347
	Modo 6	80.793

1.1.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	19.765	100.000	Plano XY
		Modo 6	54.435	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	9.862	100.000	Plano XY
		Modo 6	27.160	100.000	Plano XZ
		Modo 9	87.128	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	9.634	100.000	Plano XY
		Modo 6	26.532	100.000	Plano XZ
		Modo 9	85.119	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.402	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.894	100.000	Plano XZ
		Modo 9	83.078	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.194	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.323	100.000	Plano XZ
		Modo 9	81.250	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	9.626	100.000	Plano XY
		Modo 6	26.512	100.000	Plano XZ
		Modo 9	85.055	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	9.409	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.914	100.000	Plano XZ
		Modo 9	83.140	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 3	13.707	100.000	Plano XY
		Modo 6	37.753	100.000	Plano XZ
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 3	31.636	100.000	Plano XY
		Modo 6	87.129	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 3	12.835	100.000	Plano XY
		Modo 6	35.350	100.000	Plano XZ
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 3	27.347	100.000	Plano XY
		Modo 6	75.317	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 3	13.257	100.000	Plano XY
		Modo 6	36.512	100.000	Plano XZ
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 3	29.335	100.000	Plano XY
		Modo 6	80.793	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	12.977	100.000	Plano XY
		Modo 4	35.741	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	6.544	100.000	Plano XY
		Modo 4	18.022	100.000	Plano XZ
		Modo 7	57.870	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	5.786	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.937	100.000	Plano XZ
		Modo 7	51.184	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	6.145	100.000	Plano XY
		Modo 4	16.924	100.000	Plano XZ
		Modo 7	54.350	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.072	100.000	Plano XZ
		Modo 7	48.411	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	6.338	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.456	100.000	Plano XZ
		Modo 7	56.055	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	5.625	100.000	Plano XY
		Modo 4	15.492	100.000	Plano XZ
		Modo 7	49.759	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 1	7.467	100.000	Plano XY
		Modo 4	20.566	100.000	Plano XZ
		Modo 7	66.021	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 1	16.583	100.000	Plano XY
		Modo 4	45.672	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 1	6.953	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.148	100.000	Plano XZ
		Modo 7	61.479	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 1	14.241	100.000	Plano XY
		Modo 4	39.223	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 1	7.201	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.832	100.000	Plano XZ
		Modo 7	63.669	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 1	15.323	100.000	Plano XY
		Modo 4	42.202	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N15/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 2	14.856	100.000	Plano XY
		Modo 5	40.917	100.000	Plano XZ
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 2	7.568	100.000	Plano XY
		Modo 5	20.843	100.000	Plano XZ
		Modo 8	66.909	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 2	6.625	100.000	Plano XY
		Modo 5	18.246	100.000	Plano XZ
		Modo 8	58.588	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	7.101	100.000	Plano XY
		Modo 5	19.558	100.000	Plano XZ
		Modo 8	62.790	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	6.264	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.253	100.000	Plano XZ
		Modo 8	55.406	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	7.327	100.000	Plano XY
		Modo 5	20.180	100.000	Plano XZ
		Modo 8	64.784	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	6.440	100.000	Plano XY
		Modo 5	17.736	100.000	Plano XZ
		Modo 8	56.952	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	Modo 2	8.418	100.000	Plano XY
		Modo 5	23.184	100.000	Plano XZ
		Modo 8	74.403	100.000	Plano XY
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	Modo 2	18.155	100.000	Plano XY
		Modo 5	50.001	100.000	Plano XZ
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	Modo 2	7.844	100.000	Plano XY
		Modo 5	21.604	100.000	Plano XZ
		Modo 8	69.345	100.000	Plano XY
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	Modo 2	15.682	100.000	Plano XY
		Modo 5	43.191	100.000	Plano XZ
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	Modo 2	8.121	100.000	Plano XY
		Modo 5	22.366	100.000	Plano XZ
		Modo 8	71.785	100.000	Plano XY
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	Modo 2	16.828	100.000	Plano XY
		Modo 5	46.347	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N2/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N4/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N8/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N16/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q	No pandea			
	[9] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2	No pandea			
	[10] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	No pandea			
	[11] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(EI)	No pandea			
	[12] 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	No pandea			
	[13] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H2+0.75·N(R)	No pandea			

1.1.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N3/N4	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	9.194	187.078	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 6	25.323	187.078	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N9/N10	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	5.472	312.991	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 4	15.072	312.991	100.000	Plano XZ
N15/N16	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	6.264	273.662	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	17.253	273.662	100.000	Plano XZ
N2/N4	--	--	--	--	--	No pandea
N4/N6	--	--	--	--	--	No pandea
N8/N10	--	--	--	--	--	No pandea
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N16/N18	--	--	--	--	--	No pandea

1.2. Uniones

1.2.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 1993-1-1).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

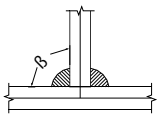
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

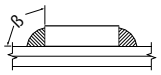
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos $\beta > 120$ (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
- Para ángulos $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.


Unión en 'T'


Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

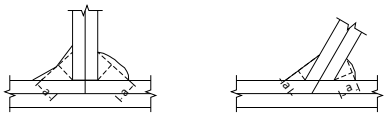
Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

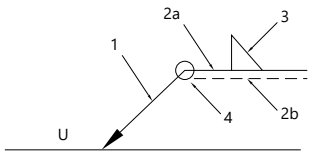
1.2.2. Referencias y simbología

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)



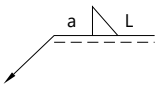
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

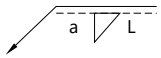


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

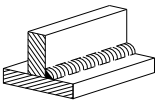
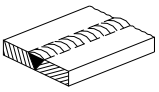
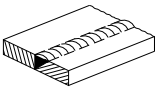
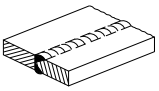
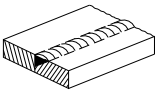
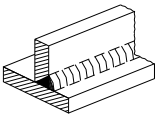
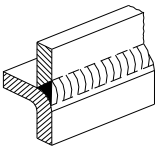


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

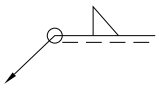
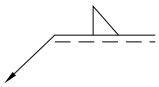
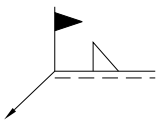


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

1.2.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

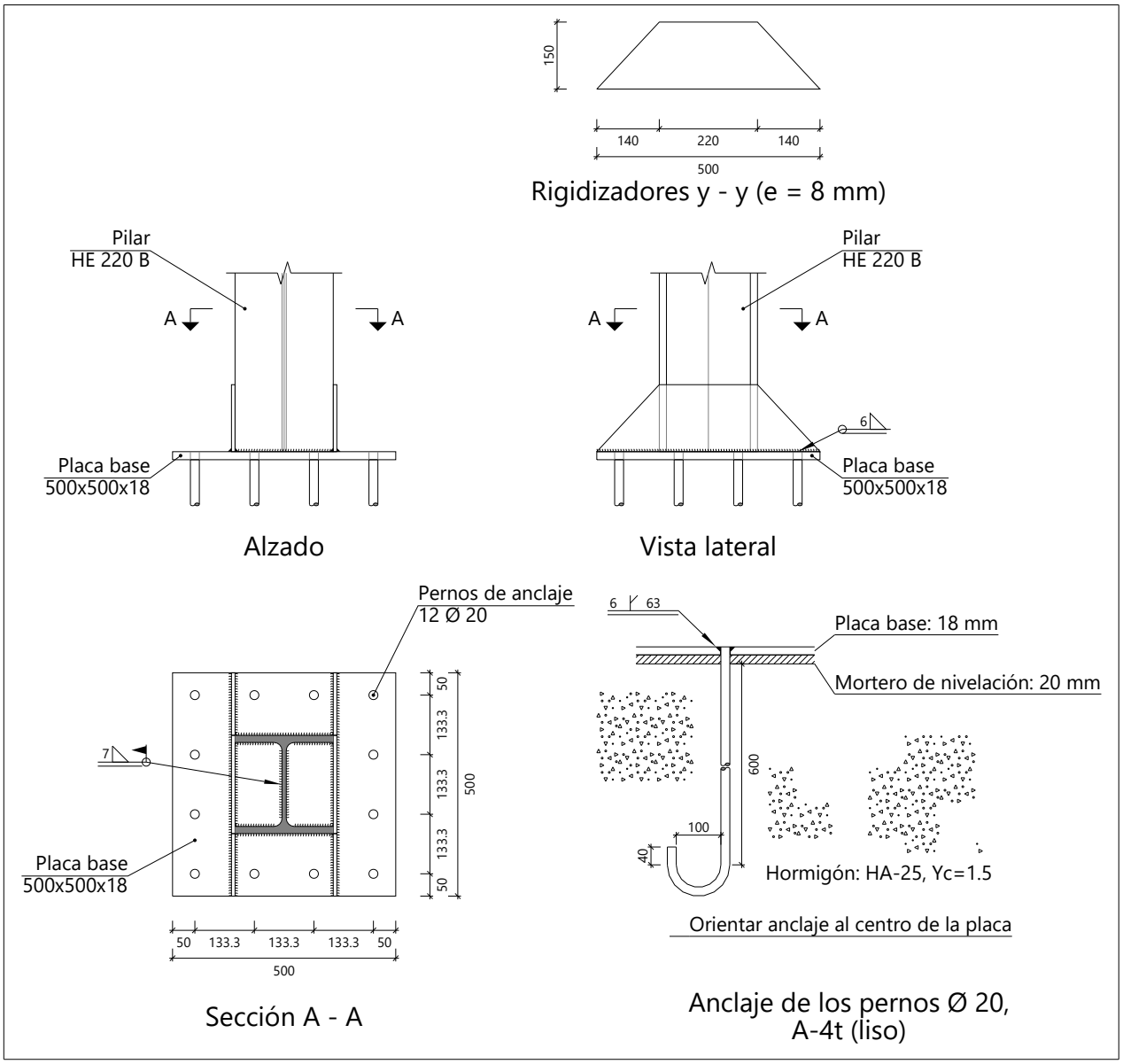
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

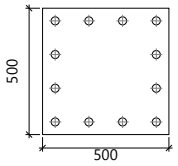
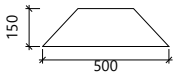
1.2.4. Memoria de cálculo

1.2.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	18	12	32	22	6	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		500	150	8	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 134 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 22 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 59.1 kN Calculado: 49.13 kN Máximo: 41.37 kN Calculado: 4.43 kN Máximo: 59.1 kN Calculado: 55.46 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 52.8 kN Calculado: 45.42 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 165.484 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 169.2 kN Calculado: 4.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 228.473 MPa Calculado: 228.473 MPa Calculado: 128.824 MPa Calculado: 131.33 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 386.039 Calculado: 336.004 Calculado: 6637.03 Calculado: 6506.3	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 146.298 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.102 - Punto de tensión local máxima: (-0.11, -0.25)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	63	18.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	180.7	313.0	86.94	0.0	0.00	360.0	0.80

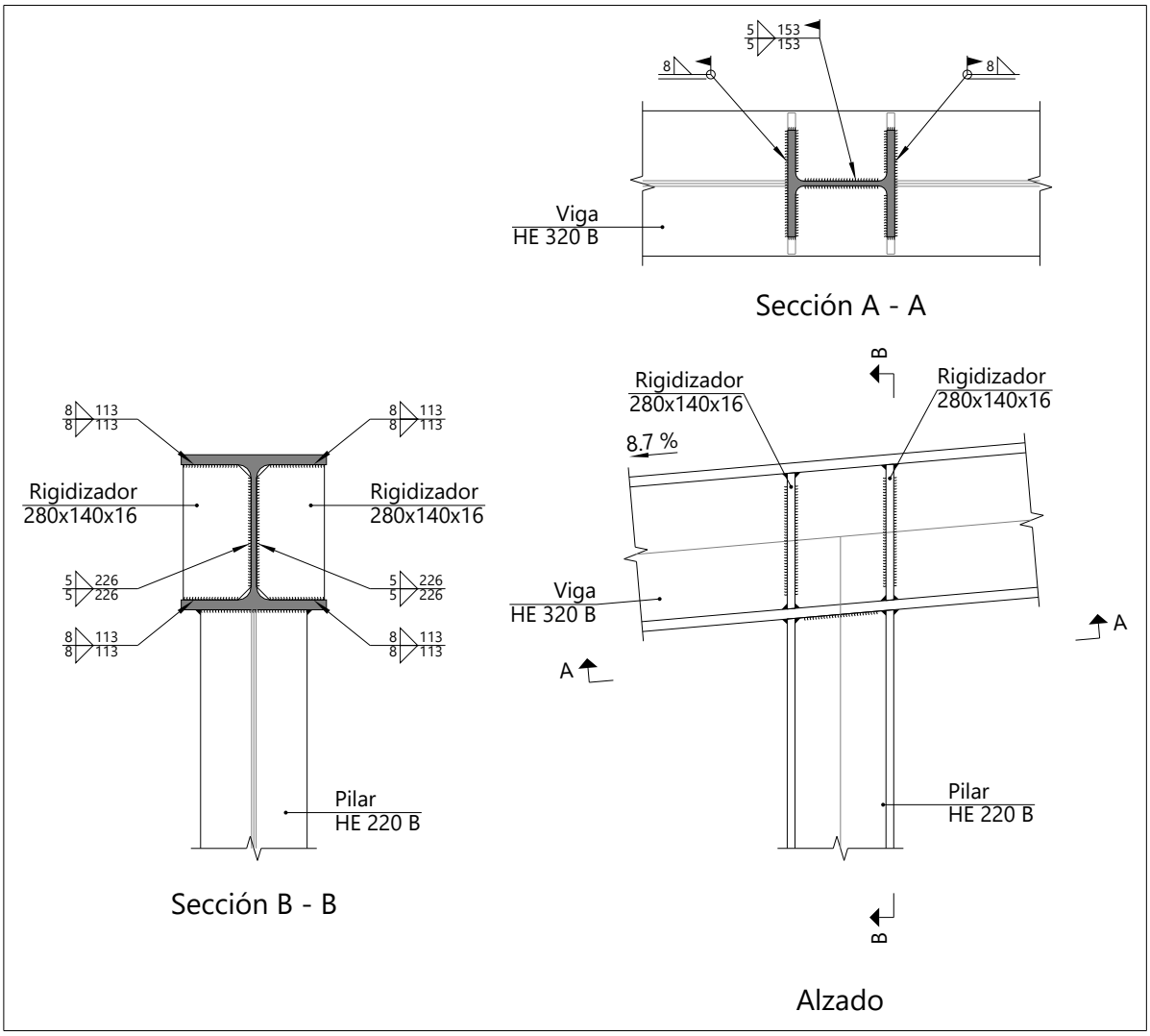
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	1936
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	754
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

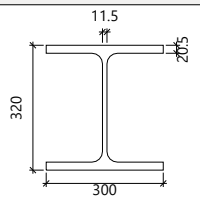
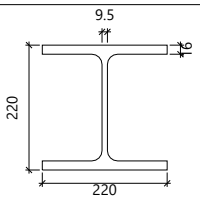
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	500x500x18	35.32
	Rigidizadores pasantes	2	500/220x150/0x8	6.78
			Total	42.11
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 20 - L = 658 + 228	26.23
			Total	26.23

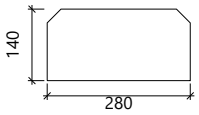
1.2.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		280	140	16	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

c) Comprobación

1) Viga HE 320 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.04
	Cortante	kN	183.69	525.85	34.93
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	45.57	275.00	16.57
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.67	275.00	12.24
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	45.57	275.00	16.57
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	33.65	275.00	12.24
Ala	Desgarro	N/mm²	114.05	275.00	41.47
	Cortante	N/mm²	211.15	275.00	76.78

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	16.0	85.05
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	30.8	33.6	0.0	65.8	16.26	30.8	9.95	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	31.6	54.8	13.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.02	22.8	7.35	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	30.8	33.6	0.0	65.8	16.26	30.8	9.95	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	31.6	54.8	13.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.8	24.8	0.0	48.6	12.02	22.8	7.35	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.4	40.5	10.01	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	85.05
Soldadura del alma	En ángulo	5	153	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	85.05

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	33.9	37.0	1.1	72.5	17.90	34.6	11.19	430.0	0.85
Soldadura del alma	32.2	32.2	13.8	68.6	16.95	32.2	10.38	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	28.8	26.4	0.6	54.0	13.34	28.8	9.29	430.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	1808
			8	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	305
			8	853

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	4	280x140x16	19.70
			Total	19.70

1.2.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	5808
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	2262
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	3279
430.0	En taller	En ángulo	5	5425
			8	5424
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	915
			8	2560

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	12	280x140x16	59.09
			Total	59.09

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	3	500x500x18	105.97
	Rigidizadores pasantes	6	500/220x150/0x8	20.35
			Total	126.32
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	36	Ø 20 - L = 658 + 228	78.70
			Total	78.70

ANEXO IV: CÁLCULO MARQUESINA 4 APARCAMIENTO

1. CIMENTACIÓN

1.1. Elementos de cimentación aislados

1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N7 y N16	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 215 cm Ancho zapata Y: 320 cm Canto: 95 cm	Sup X: 21Ø16c/15 Sup Y: 10Ø20c/21 Inf X: 21Ø16c/15 Inf Y: 10Ø20c/21

1.1.2. Medición

Referencias: N3, N7 y N16		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	21x2.36 21x3.72		49.56 78.22
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		10x3.05 10x7.52	30.50 75.22
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	21x2.46 21x3.88		51.66 81.54
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		10x3.05 10x7.52	30.50 75.22
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	101.22 159.76	61.00 150.44	 310.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	111.34 175.74	67.10 165.48	 341.22

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N7 y N16	3x175.74	3x165.48	1023.66	3x6.54	3x0.69
Totales	527.22	496.44	1023.66	19.61	2.06

1.1.3. Comprobación

Referencia: N3
Dimensiones: 215 x 320 x 95
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.072 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.101 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.068 MPa	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.085 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 392.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 64.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 23.25	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.83	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 21.53 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 153.06 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 88.19 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 48.2 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 18 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 23.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 85 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 74.12 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.19 kN, Axil concomitante: 158.95 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 91.28 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 195.74 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 657.07 kN

Referencia: N7 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.085 MPa	Cumple

Referencia: N7 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.052 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.050 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.112 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.169 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.104 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.121 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 409.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 14.9	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.97	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 24.62 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 244.05 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 147.35 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 66.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 26.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 32.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7:	Mínimo: 85 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple

Referencia: N7
Dimensiones: 215 x 320 x 95
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 72.50 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 4.86 kN, Axil concomitante: 155.47 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 98.68 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 211.62 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.25

Referencia: N7 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 657.07 kN		

Referencia: N16 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.033 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.028 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.030 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.057 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.067 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.070 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 389.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 134.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 40.04	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.75	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 18.52 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 90.35 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 51.21 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 30.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales:	Calculado: 15.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N16:	Mínimo: 85 cm Calculado: 88 cm	Cumple

Referencia: N16 Dimensiones: 215 x 320 x 95 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00139	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 47 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N16

Dimensiones: 215 x 320 x 95

Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/21 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/21

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 77.14 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.93 kN, Axil concomitante: 165.43 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 87.51 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 50.00 kN, Axil concomitante: 187.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.09
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 657.07 kN

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Geometría..... 2
1.1.1. Nudos..... 2
1.1.2. Barras..... 2
1.2. Cargas..... 4
1.2.1. Barras..... 4
1.3. Resultados..... 5
1.3.1. Nudos..... 6
1.3.2. Barras..... 33
1.3.3. Sismo..... 165

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	7.500	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	7.500	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	7.500	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	12.470	0.000	2.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	12.470	5.770	3.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	12.470	5.770	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

1.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	N3/N4	HE 320 B (HEB)	-	2.612	0.488	1.00	0.70	-	-
		N2/N4	N2/N4	HE 320 B (HEB)	-	5.631	0.161	1.10	1.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	HE 320 B (HEB)	-	2.612	0.488	1.00	0.70	3.100	3.100
		N6/N8	N6/N8	HE 320 B (HEB)	-	5.631	0.161	1.10	1.00	1.100	5.792
		N16/N15	N16/N15	HE 320 B (HEB)	-	2.612	0.488	1.00	0.70	3.100	3.100
		N14/N15	N14/N15	HE 320 B (HEB)	-	5.631	0.161	1.10	1.00	1.100	5.792

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N3/N4, N7/N8 y N16/N15
2	N2/N4, N6/N8 y N14/N15

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45
		2	HE 320 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela final inferior: 0.75 m.	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m^3)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N3/N4	HE 320 B (HEB)	3.100	0.050	392.52
		N2/N4	HE 320 B (HEB)	5.792	0.121	778.96
		N7/N8	HE 320 B (HEB)	3.100	0.050	392.52
		N6/N8	HE 320 B (HEB)	5.792	0.121	778.96
		N16/N15	HE 320 B (HEB)	3.100	0.050	392.52
		N14/N15	HE 320 B (HEB)	5.792	0.121	778.96

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	HEB	HE 320 B	9.300	26.675	26.675	0.150	0.512	0.512	1177.57	3514.45	3514.45
			HE 320 B, Simple con cartelas	17.375			0.362			2336.88		

1.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 320 B	1.817	9.300	16.898
	HE 320 B, Simple con cartelas	1.935	17.375	33.614
			Total	**50.512**

1.2. Cargas

1.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N3/N4	Peso propio	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Impacto frontal P1	Puntual	50.00	-	0.600	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N3/N4	Impacto lateral P1	Puntual	25.00	-	0.600	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N2/N4	Peso propio	Faja	1.242	-	0.000	5.042	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Trapecial	1.716	1.963	5.042	5.792	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N4	Peso propio	Uniforme	4.136	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Q	Uniforme	2.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	V H1	Uniforme	2.467	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N2/N4	V H1	Faja	2.715	-	0.000	0.582	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N2/N4	V H1	Faja	2.715	-	5.211	5.792	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N2/N4	V H1	Faja	1.667	-	0.582	5.211	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N2/N4	V H2	Faja	2.584	-	0.582	5.211	Globales	0.000	-0.086	0.996
N2/N4	V H2	Faja	8.160	-	0.000	0.582	Globales	0.000	-0.086	0.996
N2/N4	V H2	Faja	8.160	-	5.211	5.792	Globales	0.000	-0.086	0.996
N2/N4	V H2	Faja	3.344	-	0.582	5.211	Globales	0.000	-0.086	0.996
N2/N4	N(EI)	Uniforme	0.971	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	N(R)	Uniforme	0.486	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Impacto frontal P2	Puntual	50.00	-	0.600	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N7/N8	Impacto lateral P2	Puntual	25.00	-	0.600	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N6/N8	Peso propio	Faja	1.242	-	0.000	5.042	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Trapecial	1.716	1.963	5.042	5.792	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Peso propio	Uniforme	6.877	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	Q	Uniforme	3.741	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	V H1	Uniforme	0.274	-	-	-	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N6/N8	V H1	Faja	6.883	-	0.000	0.582	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N6/N8	V H1	Faja	6.883	-	5.211	5.792	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N6/N8	V H1	Faja	4.227	-	0.582	5.211	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N6/N8	V H2	Faja	0.287	-	0.582	5.211	Globales	0.000	-0.086	0.996
N6/N8	V H2	Faja	13.567	-	0.000	0.582	Globales	0.000	-0.086	0.996
N6/N8	V H2	Faja	13.567	-	5.211	5.792	Globales	0.000	-0.086	0.996
N6/N8	V H2	Faja	8.479	-	0.582	5.211	Globales	0.000	-0.086	0.996
N6/N8	N(EI)	Uniforme	1.615	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N8	N(R)	Uniforme	0.808	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	Peso propio	Uniforme	1.242	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	Impacto frontal P3	Puntual	50.00	-	0.600	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N16/N15	Impacto lateral P3	Puntual	25.00	-	0.600	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N14/N15	Peso propio	Faja	1.242	-	0.000	5.042	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Trapecial	1.716	1.963	5.042	5.792	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Uniforme	2.741	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Q	Uniforme	1.491	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	V H1	Faja	2.811	-	5.211	5.792	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N14/N15	V H1	Faja	2.811	-	0.000	0.582	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N14/N15	V H1	Faja	1.726	-	0.582	5.211	Globales	-0.000	0.086	-0.996
N14/N15	V H2	Faja	5.407	-	0.000	0.582	Globales	0.000	-0.086	0.996
N14/N15	V H2	Faja	5.407	-	5.211	5.792	Globales	0.000	-0.086	0.996
N14/N15	V H2	Faja	3.463	-	0.582	5.211	Globales	0.000	-0.086	0.996
N14/N15	N(EI)	Uniforme	0.644	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	N(R)	Uniforme	0.322	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
			$Vz_{máx}$	0.000	2.675	4.827	8.055	10.207	13.435	16.662	18.810	19.679	23.054
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
			$My_{mín}$	0.00	-0.86	-2.90	-8.14	-13.09	-22.70	-34.95	-44.55	-44.96	-61.07
			$My_{máx}$	0.00	-0.86	-2.90	-8.14	-13.09	-22.70	-34.95	-44.55	-44.96	-61.07
			$Mz_{mín}$	0.00	-0.02	-0.03	-0.05	-0.06	-0.08	-0.10	-0.11	-0.11	-0.13
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP-0.3·SX+SY	$N_{mín}$	0.000	0.280	0.466	0.746	0.932	1.212	1.492	1.678	-0.764	-1.138
			$N_{máx}$	6.374	6.654	6.840	7.120	7.306	7.586	7.866	8.052	5.629	5.252
			$Vy_{mín}$	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-0.552	2.675	4.827	8.055	10.207	13.435	16.662	18.810	19.428	22.734
			$Vz_{máx}$	0.000	2.675	4.827	8.055	10.207	13.435	16.662	18.810	19.679	23.054
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	0.00	-0.86	-2.90	-8.14	-13.09	-22.70	-34.95	-44.55	-44.96	-61.07
			$My_{máx}$	0.00	-0.86	-2.90	-8.14	-13.09	-22.70	-34.95	-44.55	-44.96	-61.07
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.13
		PP+SX+0.3·SY	$N_{mín}$	0.000	0.280	0.466	0.746	0.932	1.212	1.492	1.678	-0.764	-0.779
			$N_{máx}$	1.912	2.192	2.378	2.658	2.845	3.124	3.404	3.590	1.154	0.779
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
			$Vz_{mín}$	-0.166	3.062	5.214	8.442	10.594	13.821	17.049	19.197	19.428	22.734
			$Vz_{máx}$	0.000	3.062	5.214	8.442	10.594	13.821	17.049	19.197	19.504	22.830
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05
			$My_{mín}$	0.00	-1.18	-3.42	-8.98	-14.14	-24.07	-36.62	-46.43	-46.64	-62.60
			$My_{máx}$	0.00	-1.18	-3.42	-8.98	-14.14	-24.07	-36.62	-46.43	-46.64	-62.60
			$Mz_{mín}$	0.00	-0.06	-0.10	-0.17	-0.21	-0.27	-0.33	-0.37	-0.37	-0.43
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-1.912	-1.633	-1.446	-1.166	-0.980	-0.700	-0.420	-0.234	-2.682	-3.055
			$N_{máx}$	0.000	0.280	0.466	0.746	0.932	0.700	0.420	0.234	-0.764	-1.138
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
			$Vz_{mín}$	0.000	3.228	5.380	8.607	10.759	13.987	17.215	19.363	19.353	22.638
			$Vz_{máx}$	0.166	3.393	5.545	8.773	10.925	14.153	17.380	19.528	19.353	22.638
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05
			$My_{mín}$	0.00	-1.45	-3.87	-9.69	-15.04	-25.24	-38.06	-48.05	-48.08	-63.91
			$My_{máx}$	0.00	-1.31	-3.65	-9.34	-14.59	-24.65	-37.34	-47.24	-47.36	-63.25
			$Mz_{mín}$	0.00	-0.06	-0.10	-0.17	-0.21	-0.27	-0.33	-0.37	-0.37	-0.43
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.3.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.373 m	0.601 m	0.933 m	1.306 m	1.679 m	2.052 m	2.239 m	2.612 m
N3/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-94.180	-93.554	-93.172	-92.615	-91.990	-91.364	-90.738	-90.425	-89.800
		$N_{máx}$	19.737	20.200	20.483	20.895	21.359	21.822	22.286	22.518	22.981
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-1.244	-1.244	-1.244	-1.244	-1.244	-1.244	-1.244
		$Vy_{máx}$	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244
		$Vz_{mín}$	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782	-4.782
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	3.258	3.258	3.258	3.258	3.258	3.258	3.258
		$Mt_{mín}$	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52
		$Mt_{máx}$	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
		$My_{mín}$	-249.51	-250.24	-250.68	-251.33	-252.06	-252.79	-253.52	-253.88	-254.61
		$My_{máx}$	55.61	57.39	58.48	60.07	61.85	63.64	65.42	66.31	68.10
		$Mz_{mín}$	-15.00	-5.67	-3.11	-2.69	-2.23	-1.76	-1.30	-1.07	-0.61
		$Mz_{máx}$	3.85	3.39	3.11	2.69	2.23	1.76	1.30	1.07	0.61

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
N2/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.773	-8.395	-8.143	-7.766	-7.514	-7.136	-6.759	-6.507	-9.830	-10.326
		$N_{máx}$	8.773	9.150	9.402	9.780	10.032	10.409	10.787	11.038	7.768	7.264
		$Vy_{mín}$	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090	-0.090
		$Vy_{máx}$	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
		$Vz_{mín}$	-0.760	-4.821	-6.738	-9.612	-11.528	-14.403	-17.277	-19.190	-18.761	-22.343
		$Vz_{máx}$	0.760	12.784	20.942	33.178	41.335	53.571	65.807	73.949	73.996	86.050
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.05	-0.06
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06
		$My_{mín}$	0.00	-5.26	-14.41	-36.42	-56.62	-95.22	-143.78	-181.60	-181.97	-242.33

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
		$My_{máx}$	0.00	2.19	5.32	11.97	17.70	28.25	41.13	51.00	50.94	66.26
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.07	-0.12	-0.20	-0.24	-0.32	-0.39	-0.44	-0.44	-0.50
		$Mz_{máx}$	0.00	0.07	0.12	0.20	0.24	0.32	0.39	0.44	0.44	0.50

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.373 m	0.601 m	0.933 m	1.306 m	1.679 m	2.052 m	2.239 m	2.612 m
N7/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-134.939	-134.314	-133.932	-133.375	-132.749	-132.124	-131.498	-131.185	-130.559
		$N_{máx}$	32.891	33.355	33.638	34.050	34.514	34.977	35.441	35.672	36.136
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-1.849	-1.849	-1.849	-1.849	-1.849	-1.849	-1.849
		$Vy_{máx}$	1.849	1.849	1.849	1.849	1.849	1.849	1.849	1.849	1.849
		$Vz_{mín}$	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297	-7.297
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	3.776	3.776	3.776	3.776	3.776	3.776	3.776
		$Mt_{mín}$	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65
		$Mt_{máx}$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
		$My_{mín}$	-366.16	-367.01	-367.53	-368.28	-369.12	-369.97	-370.81	-371.24	-372.08
		$My_{máx}$	86.42	89.14	90.80	93.22	95.95	98.67	101.39	102.75	105.48
		$Mz_{mín}$	-15.00	-5.67	-4.62	-4.00	-3.31	-2.62	-1.94	-1.59	-0.90
		$Mz_{máx}$	5.73	5.04	4.62	4.00	3.31	2.62	1.94	1.59	0.90

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
N6/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-13.501	-12.931	-12.551	-11.981	-11.601	-11.031	-10.461	-10.081	-15.098	-15.838
		$N_{máx}$	13.501	14.072	14.452	15.022	15.402	15.972	16.542	16.922	11.985	11.232
		$Vy_{mín}$	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112
		$Vy_{máx}$	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112
		$Vz_{mín}$	-1.170	-8.304	-11.048	-15.165	-17.909	-22.025	-26.141	-28.880	-28.233	-34.502
		$Vz_{máx}$	1.170	19.097	30.901	48.608	60.413	78.119	95.826	107.609	107.742	125.428
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.07
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07
		$My_{mín}$	0.00	-7.93	-21.49	-53.82	-83.38	-139.73	-210.47	-265.53	-266.10	-353.98
		$My_{máx}$	0.00	3.86	9.11	19.77	28.74	44.98	64.57	79.46	79.36	102.59
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.09	-0.15	-0.24	-0.30	-0.39	-0.49	-0.55	-0.54	-0.63
		$Mz_{máx}$	0.00	0.09	0.15	0.24	0.30	0.39	0.49	0.55	0.54	0.63

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.373 m	0.601 m	0.933 m	1.306 m	1.679 m	2.052 m	2.239 m	2.612 m
N16/N15	Acero laminado	$N_{mín}$	-62.788	-62.162	-61.780	-61.223	-60.598	-59.972	-59.346	-59.033	-58.408
		$N_{máx}$	5.982	6.445	6.728	7.141	7.604	8.068	8.531	8.763	9.226
		$Vy_{mín}$	-25.000	-25.000	-0.935	-0.935	-0.935	-0.935	-0.935	-0.935	-0.935
		$Vy_{máx}$	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935
		$Vz_{mín}$	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890	-2.890
		$Vz_{máx}$	50.000	50.000	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458	1.458
		$Mt_{mín}$	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44
		$Mt_{máx}$	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
		$My_{mín}$	-162.05	-162.37	-162.57	-162.86	-163.19	-163.52	-163.84	-164.01	-164.33
		$My_{máx}$	21.31	22.38	23.04	24.00	25.08	26.16	27.24	27.78	28.85
		$Mz_{mín}$	-15.00	-5.67	-2.34	-2.02	-1.68	-1.33	-0.98	-0.80	-0.46
		$Mz_{máx}$	2.90	2.55	2.34	2.02	1.68	1.33	0.98	0.80	0.46

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
N14/N15	Acero laminado	$N_{mín}$	-6.374	-6.094	-5.908	-5.628	-5.442	-5.162	-4.882	-4.696	-7.157	-7.528
		$N_{máx}$	6.374	6.654	6.840	7.120	7.306	7.586	7.866	8.052	5.629	5.252
		$Vy_{mín}$	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076
		$Vy_{máx}$	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
		$Vz_{mín}$	-0.552	-2.693	-3.358	-4.355	-5.020	-6.017	-7.014	-7.678	-7.409	-9.134
		$Vz_{máx}$	0.552	8.393	13.609	21.434	26.651	34.476	42.300	47.507	47.579	55.617
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.05
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	1.356 m	2.169 m	2.711 m	3.525 m	4.338 m	4.880 m	4.882 m	5.631 m
		$My_{mín}$	0.00	-3.48	-9.44	-23.70	-36.74	-61.60	-92.82	-117.13	-117.39	-156.26
		$My_{máx}$	0.00	1.29	2.93	6.07	8.61	13.10	18.40	22.38	22.31	28.40
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.06	-0.10	-0.17	-0.21	-0.27	-0.33	-0.37	-0.37	-0.43
		$Mz_{máx}$	0.00	0.06	0.10	0.17	0.21	0.27	0.33	0.37	0.37	0.43

1.3.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N3/N4	45.04	2.612	-89.800	0.000	1.955	0.00	-254.61	0.00	GV	Cumple
N2/N4	30.90	4.882	-4.525	0.000	73.996	0.00	-181.97	0.00	GV	Cumple
N7/N8	65.75	2.612	-130.559	0.000	2.265	0.00	-372.08	0.00	GV	Cumple
N6/N8	52.28	4.882	-6.063	0.000	107.742	0.00	-266.10	0.00	GV	Cumple
N16/N15	29.09	2.612	-58.408	0.000	0.875	0.00	-164.33	0.00	GV	Cumple
N14/N15	19.92	4.882	-2.574	0.000	47.579	0.00	-117.39	0.00	GV	Cumple

1.3.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

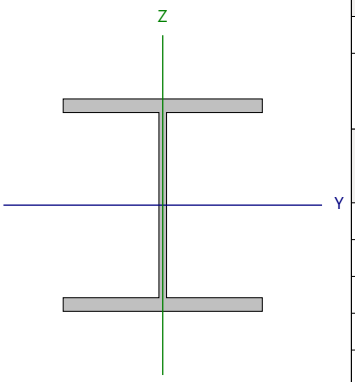
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	2.80 L/931.8	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	2.95 L/931.8
N2/N4	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	4.83 L/(>1000)	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	5.23 L/(>1000)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N7/N8	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	4.02 L/649.7	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	4.27 L/649.7
N6/N8	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	6.95 L/810.6	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	7.64 L/810.6
N16/N15	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	1.75 L/(>1000)	1.119 -	0.00 L/(>1000)	1.306 1.306	1.75 L/(>1000)
N14/N15	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	3.02 L/(>1000)	4.880 -	0.00 L/(>1000)	3.796 3.796	3.02 L/(>1000)

1.3.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N3/N4

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N3	N4	3.100	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.100	2.170	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.611 m del nudo N3, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *22.98* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *94.18* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.47*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.005*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *19926.02* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *135653.88* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *19926.02* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.170* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *3.100* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.431*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N3, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *68.10* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *254.61* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *590.98* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *2149.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.058*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.85* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.061*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *50.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *51.73* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *300.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.57} < \mathbf{55.46}$$

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *25.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *129.22* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

50.00 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *50.00* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN ≤ 1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.431*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.450*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.243*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *89.80* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^-$: *254.61* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.020*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.69

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 0.99

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 1.02

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.01

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.00

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$

d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 0.00

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.02

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = 1.00$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 0.47

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.18

λ_z : 0.47

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³

$W_{el,z}$: 615.93 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 135653.88 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 19926.02 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 30820.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **50.00 kN** ≤ **410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.029*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.52* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.24* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.03* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *2050.06* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *2051.56* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.29* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *112.41* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

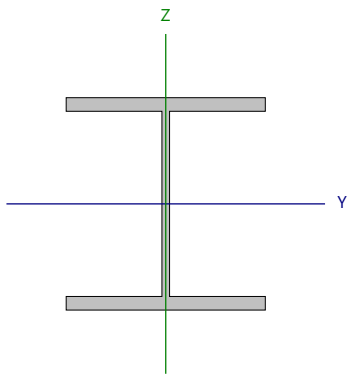
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N2/N4

Perfil: HE 320 B, Simple con cartelas (Cartela final inferior: 0.75 m.)
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas[1]			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[2] (cm4)	I_z[2] (cm4)	I_t[3] (cm4)
N2	N4	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N2)
[2] Inercia respecto al eje indicado
[3] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.00	0.00
L_K	6.371	5.792	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

49.64 £ 236.70 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *570.87* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *65.65* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 11.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 9.83 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.308** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 50.94 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 181.97 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : *0.002* ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.44* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.44* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.110** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 75.39 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 685.41 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 43.17 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

19.57 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. h : 1.20

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.09* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

4.33 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.33* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.09 kN ≤ 1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.09* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.308*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.309*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.160*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.52* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *181.97* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.70

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 1.00

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.00

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.12*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = 1.00$$ $C_{m,LT}$: *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*

$C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *1.00*

c_z : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *0.97*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.48*

$\bar{\lambda}_z$: *0.97*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *1926.25* cm³

$W_{el,z}$: *615.93* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *19043.69* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *4718.00* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *30820.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **4.33 kN** ≤ **410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *4.33* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.05* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.039*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *26.73* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.05* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *684.85* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *685.41* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.33* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *155.30* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.09 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.05 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 2049.22 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 2051.56 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.45 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 112.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

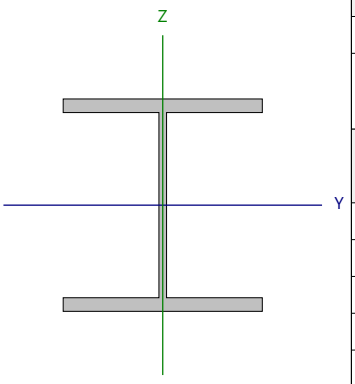
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Barra N7/N8

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N7	N8	3.100	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.611 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *36.13* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.030*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *134.94* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.47*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.007*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *19926.02* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *135653.88* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *19926.02* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *25483.77* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.170* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *3.100* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *3.100* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.630*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *105.48* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *372.08* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *590.98* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *2149.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.41*

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : *0.030*

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : *0.105*

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *2149.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *3551.20* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right) \right\}^{0.5}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *3.100* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *3.100* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.19*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.19*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.058*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *5.73* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *15.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.061** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 50.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 821.28 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 51.73 cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

b: Ancho de la sección. **b** : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. h : 1.20

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *235.00* MPa

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *161.30* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *279.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *11.50* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

50.00 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN ≤ 1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.630*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.657*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.355*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *130.56* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *372.08* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.029*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.76

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.92

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.98

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.21

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$

d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 2.90

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.03

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.41** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 21.39

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: 0.47

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.18

$\bar{\lambda}_z$: 0.47

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: 0.41

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: 0.41

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³

$W_{el,z}$: 615.93 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 135653.88 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 19926.02 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 25483.77 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 30820.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP2.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **50.00 kN** ≤ **410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.036*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.65* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo. V_{Ed} : 2.94 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.19 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 817.71 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 821.28 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 1.72 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 112.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.85* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.03* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *2050.13* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *2051.56* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.28* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *112.41* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

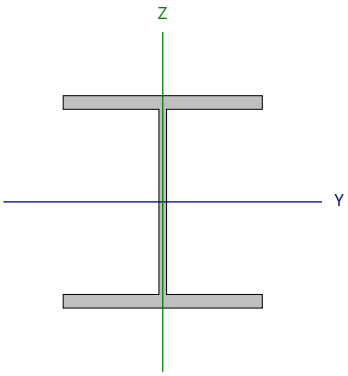
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N6/N8

Perfil: HE 320 B, Simple con cartelas (Cartela final inferior: 0.75 m.)
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas[1]			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[2] (cm4)	I_z[2] (cm4)	I_t[3] (cm4)
N6	N8	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N6)
[2] Inercia respecto al eje indicado
[3] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

49.64 £ 236.70 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *570.87* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *65.65* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 16.92 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 15.10 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.003*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.450** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.521** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 79.36 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 266.10 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^+$: 590.98 kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}^-$: 510.58 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT}^+ : 1.00

c_{LT}^- : 0.86

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{2}\right]$$

	f_{LT}^{+} :	0.51	
	f_{LT}^{-} :	0.77	
a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.	a_{LT} :	0.21	
$\overline{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.			
$\overline{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{+}$:	0.16	
$\overline{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	$\overline{\lambda}_{LT}^{-}$:	0.66	
M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}^{+} :	24298.12	kN·m
	M_{cr}^{-} :	1339.95	kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	9239.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	230.45	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	2069000.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	81000	MPa
L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^{+} :	1.100	m
L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^{-} :	5.792	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^{+} :	0.20	
	k_z^{-} :	1.03	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^{+} :	0.20	
	k_w^{-} :	1.03	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : *0.002* ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.55* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.55* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.160** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 109.76 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 685.41 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 43.17 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

19.57 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. h : 1.20

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.11* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *2051.56* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

6.55 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.55* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.11 kN ≤ 1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.11* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.450*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.523*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.271*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *6.06* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *266.10* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.86

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.81

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.39

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.59*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.66** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *329.41*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.86*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.48*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.66*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.55 kN** ≤ **410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *6.55* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.06* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : **0.060** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 40.89 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.02 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 685.20 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 685.41 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.12 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 155.30 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.11 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.06 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 2048.65 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 2051.56 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.56 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 112.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

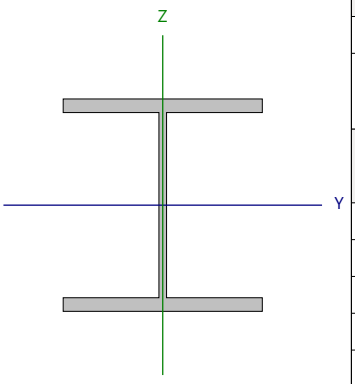
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Barra N16/N15

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N15	3.100	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.100	2.170	3.100	3.100
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

24.26 £ 165.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *279.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *32.09* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.611 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *9.23* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.014*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *62.79* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *4435.75* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.47*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.003*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *19926.02* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *135653.88* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *19926.02* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *25483.77* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.170* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *3.100* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *3.100* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.278*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N16, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *28.85* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *164.33* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *590.98* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *2149.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.41*

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : *0.008*

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : *0.046*

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *2149.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *3551.20* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *3.100* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *3.100* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.19

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.19

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.058** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 2.90 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 15.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$ $M_{c,Rd}$: 258.25 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.061** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 50.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 821.28 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 51.73 cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 161.30 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 20.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 11.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **19.57** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. h : 1.20

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *235.00* MPa
$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *129.22* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *161.30* cm²
$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *279.00* mm
$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *11.50* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa
$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

50.00 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *50.00* kN
$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *821.28* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **25.00 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactolateralP3.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *25.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.278*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.291*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.157*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.612 m del nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *58.41* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *164.33* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.013*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³
$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.72

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.96

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.09

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$

d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 1.28

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.01

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.41** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 21.12

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\chi_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\chi_{máx}$: 0.47

χ_y, χ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.18

χ_z : 0.47

χ_{LT}: Esbeltez reducida. χ_{LT} : 0.41

χ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. χ_0 : 0.41

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³

$W_{el,z}$: 615.93 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 135653.88 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 19926.02 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 25483.77 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 30820.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 230.45 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+ImpactofrontalP3.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **50.00 kN** ≤ **410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *50.00* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.44* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.94* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.03* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *2050.06* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *2051.56* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.29* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *112.41* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

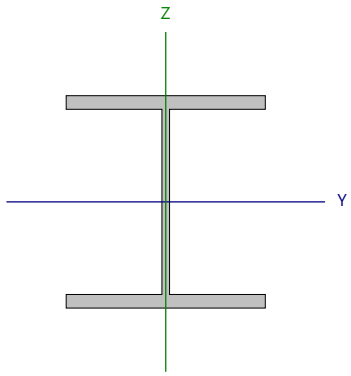
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N14/N15

Perfil: HE 320 B, Simple con cartelas (Cartela final inferior: 0.75 m.)
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas[1]			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[2] (cm4)	I_z[2] (cm4)	I_t[3] (cm4)
N14	N15	5.792	161.30	30820.00	9239.00	230.45

Notas:
[1] Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N14)
[2] Inercia respecto al eje indicado
[3] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.10	1.00	0.19	1.00
L_K	6.371	5.792	1.100	5.792
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

49.64 £ 236.70 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *570.87* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *11.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *65.65* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *61.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+0.3·SX+SY.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 8.05 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 7.16 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 4435.75 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : *0.97*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *161.30* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *4718.00* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19043.69* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *4718.00* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *12663.86* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *30820.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *9239.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *230.45* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2069000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *5.792* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *6.371* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *5.792* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *15.76* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *13.82* cm

i_z : *7.57* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.199** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 22.31 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 117.39 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 590.98 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.16

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 0.66

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. M_{Ed}^+ / M_{cr}^+ : 0.001

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : 0.088

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : 24298.12 kN·m

M_{cr}^- : 1339.95 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right) \right\}^{0.5}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	**I_z** :	*9239.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	**I_t** :	*230.45*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	**I_w** :	*2069000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	**L_c^+** :	*1.100*	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	**L_c^-** :	*5.792*	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	**C_1** :	*1.00*	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	**C_2** :	*1.00*	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	**C_3** :	*1.00*	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	**k_z^+** :	*0.20*	
	k_z^- :	*1.03*	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	**k_w^+** :	*0.20*	
	k_w^- :	*1.03*	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	**z_g** :	*0.00*	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	**z_a** :	*0.00*	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	**z_s** :	*0.00*	mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : *0.001* ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.37* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *0.37* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *258.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *939.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.071*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *48.47* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *685.41* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *43.17* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

19.57 < **55.46** ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : *19.57*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. h : *1.20*

e: Factor de reducción. e : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.08 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 2051.56 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 129.22 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.87 kN ≤ **410.64 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 2.87 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : 821.28 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.08 kN** ≤ **1025.78 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2051.56* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.199*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.199*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.103*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *2.57* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *117.39* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.001*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *4435.75* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *590.98* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.24*

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *30.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *20.50* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *161.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.00

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.75

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.52

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.00

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.93

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 1.00

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 1.00

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.15

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.23*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.66** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *342.25*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *1.00*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.48*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.97*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.66*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.66*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *1926.25* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *615.93* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19043.69* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *4718.00* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *12663.86* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *30820.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *230.45* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.271 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.87 kN ≤ 410.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.87* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *821.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.04* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *17.85* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *112.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.029*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.974 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *19.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.04* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *684.93* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *685.41* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.28* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *155.30* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.882 m del nudo N14, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.08 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.04 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 2049.58 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 2051.56 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.38 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 112.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

1.3.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.611 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.1	x: 2.612 m η = 43.1	x: 0 m η = 5.8	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.612 m η = 45.0	η < 0.1	η = 2.9	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 45.0**
N2/N4	x: 5.631 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.88 m η = 0.2	x: 4.882 m η = 0.2	x: 4.882 m η = 30.8	x: 4.88 m η = 0.2	x: 4.974 m η = 11.0	x: 0 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 30.9	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 0.3	x: 4.974 m η = 3.9	x: 4.882 m η < 0.1	**CUMPLE h = 30.9**
N7/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.611 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.0	x: 2.612 m η = 63.0	x: 0 m η = 5.8	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.612 m η = 65.7	η < 0.1	η = 3.6	η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE h = 65.7**
N6/N8	x: 5.631 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.88 m η = 0.4	x: 4.882 m η = 0.3	x: 4.882 m η = 52.1	x: 4.88 m η = 0.2	x: 4.974 m η = 16.0	x: 0 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 52.3	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 0.4	x: 4.974 m η = 6.0	x: 4.882 m η < 0.1	**CUMPLE h = 52.3**
N16/N15	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.611 m η = 0.2	x: 0 m η = 1.4	x: 2.612 m η = 27.8	x: 0 m η = 5.8	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.612 m η = 29.1	η < 0.1	η = 2.5	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 29.1**
N14/N15	x: 5.631 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.88 m η = 0.2	x: 4.882 m η = 0.2	x: 4.882 m η = 19.9	x: 4.88 m η = 0.1	x: 4.974 m η = 7.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 19.9	x: 0.271 m η < 0.1	x: 4.882 m η = 0.2	x: 4.974 m η = 2.9	x: 4.882 m η < 0.1	**CUMPLE h = 19.9**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

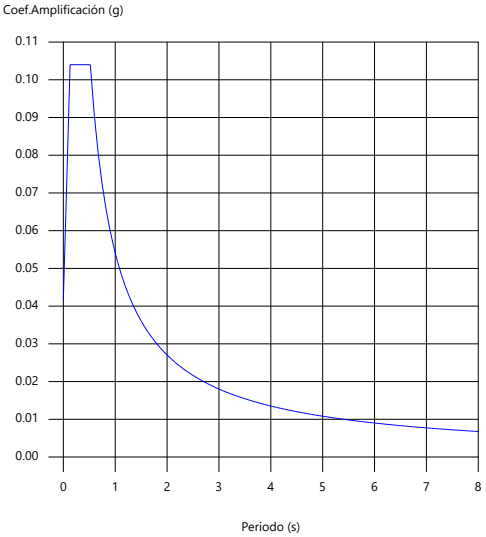
1.3.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.3.1. Espectro de cálculo

1.3.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2{,}5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2{,}5 \cdot \nu \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

1.3.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta — **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) — **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) — **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) — **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) — **a_c** : *0.042* g

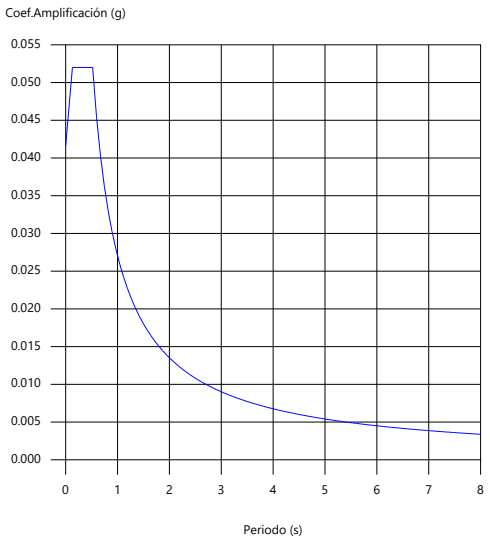
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) — **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



1.3.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	6.116	1	0	14.39 %	0 %	R = 2 A = 0.043 m/s² D = 41.0977 mm	R = 2 A = 0.043 m/s² D = 41.0977 mm
Modo 2	0.404	0	1	0 %	8.4 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.10966 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 2.10966 mm
Modo 3	7.612	1	0	22.28 %	0 %	R = 2 A = 0.035 m/s² D = 51.1439 mm	R = 2 A = 0.035 m/s² D = 51.1439 mm
Modo 4	0.502	0	1	0 %	12.68 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.25934 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.25934 mm
Modo 5	5.192	1	0	10.38 %	0 %	R = 2 A = 0.051 m/s² D = 34.8901 mm	R = 2 A = 0.051 m/s² D = 34.8901 mm
Modo 6	0.343	0	1	0 %	6.23 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.52442 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.52442 mm
Modo 7	0.271	1	0	24.32 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.94819 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.94819 mm
Modo 8	0.222	1	0	16.34 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.63728 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.63728 mm
Modo 9	0.193	1	0	12.28 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.479 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.479 mm
Modo 10	0.138	0	1	0 %	33.97 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.24538 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.24538 mm
Modo 11	0.112	0	1	0 %	22.32 %	R = 2 A = 0.496 m/s² D = 0.15684 mm	R = 2 A = 0.496 m/s² D = 0.15684 mm
Modo 12	0.096	0	1	0 %	16.39 %	R = 2 A = 0.483 m/s² D = 0.11235 mm	R = 2 A = 0.483 m/s² D = 0.11235 mm
Total				99.99 %	99.99 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

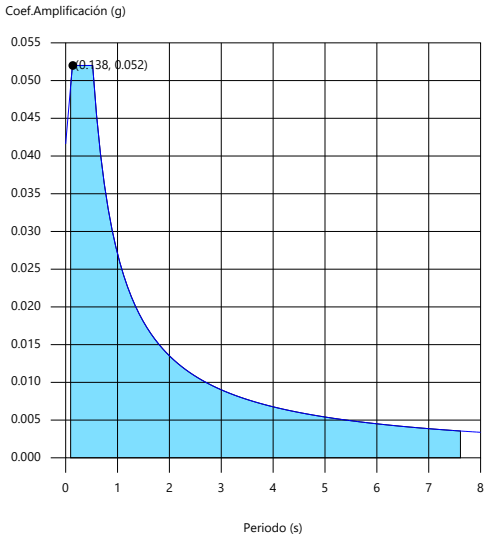
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 10	0.138	0.052

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2
1.2.2. Combinaciones..... 6
1.3. Sismo..... 10
1.3.1. Datos generales de sismo..... 10

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones accidentales

- Con coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\gamma_{Q1}\psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\psi_{ai}Q_{ki}$

- Sin coeficientes de combinación

- $\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{A_d}A_d+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
A_d Acción accidental
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
γ_{Ad} Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.700	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.2.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP	Peso propio
Q	Sobrecarga de uso
V H1	Cubiertas aisladas
V H2	Cubiertas aisladas
N(EI)	Nieve (estado inicial)
N(R)	Nieve (redistribución)
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
Impacto frontal P1	Impacto frontal P1
Impacto frontal P2	Impacto frontal P2
Impacto frontal P3	Impacto frontal P3
Impacto lateral P1	Impacto lateral P1
Impacto lateral P3	Impacto lateral P3
Impacto lateral P2	Impacto lateral P2

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	Q	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY	Impacto frontal P1	Impacto frontal P2	Impacto frontal P3	Impacto lateral P1	Impacto lateral P3	Impacto lateral P2
1	1.000													
2	1.600													
3	1.000	1.600												
4	1.600	1.600												
5	1.000		1.600											
6	1.600		1.600											
7	1.000	1.120	1.600											
8	1.600	1.120	1.600											
9	1.000	1.600	0.960											
10	1.600	1.600	0.960											
11	1.000			1.600										
12	1.600			1.600										
13	1.000	1.120		1.600										
14	1.600	1.120		1.600										
15	1.000	1.600		0.960										
16	1.600	1.600		0.960										
17	1.000				1.600									
18	1.600				1.600									
19	1.000	1.120			1.600									
20	1.600	1.120			1.600									
21	1.000		0.960		1.600									
22	1.600		0.960		1.600									
23	1.000	1.120	0.960		1.600									
24	1.600	1.120	0.960		1.600									
25	1.000			0.960	1.600									
26	1.600			0.960	1.600									
27	1.000	1.120		0.960	1.600									
28	1.600	1.120		0.960	1.600									
29	1.000	1.600			0.800									
30	1.600	1.600			0.800									
31	1.000		1.600		0.800									
32	1.600		1.600		0.800									
33	1.000	1.120	1.600		0.800									
34	1.600	1.120	1.600		0.800									
35	1.000	1.600	0.960		0.800									
36	1.600	1.600	0.960		0.800									
37	1.000			1.600	0.800									
38	1.600			1.600	0.800									
39	1.000	1.120		1.600	0.800									
40	1.600	1.120		1.600	0.800									
41	1.000	1.600		0.960	0.800									
42	1.600	1.600		0.960	0.800									
43	1.000					1.600								
44	1.600					1.600								
45	1.000	1.120				1.600								
46	1.600	1.120				1.600								
47	1.000		0.960			1.600								
48	1.600		0.960			1.600								
49	1.000	1.120	0.960			1.600								
50	1.600	1.120	0.960			1.600								
51	1.000			0.960		1.600								
52	1.600			0.960		1.600								
53	1.000	1.120		0.960		1.600								
54	1.600	1.120		0.960		1.600								
55	1.000	1.600				0.800								
56	1.600	1.600				0.800								
57	1.000		1.600			0.800								
58	1.600		1.600			0.800								
59	1.000	1.120	1.600			0.800								
60	1.600	1.120	1.600			0.800								
61	1.000	1.600	0.960			0.800								
62	1.600	1.600	0.960			0.800								
63	1.000			1.600		0.800								
64	1.600			1.600		0.800								
65	1.000	1.120		1.600		0.800								
66	1.600	1.120		1.600		0.800								
67	1.000	1.600		0.960		0.800								
68	1.600	1.600		0.960		0.800								
69	1.000						-0.300	-1.000						
70	1.000	0.600					-0.300	-1.000						
71	1.000						0.300	-1.000						
72	1.000	0.600					0.300	-1.000						
73	1.000						-1.000	-0.300						
74	1.000	0.600					-1.000	-0.300						
75	1.000						-1.000	0.300						
76	1.000	0.600					-1.000	0.300						
77	1.000						0.300	1.000						
78	1.000	0.600					0.300	1.000						
79	1.000						-0.300	1.000						
80	1.000	0.600					-0.300	1.000						
81	1.000						1.000	0.300						
82	1.000	0.600					1.000	0.300						
83	1.000						1.000	-0.300						
84	1.000	0.600					1.000	-0.300						
85	1.000								1.000					
86	1.000	0.700							1.000					
87	1.000		0.500						1.000					
88	1.000	0.600	0.500						1.000					
89	1.000			0.500					1.000					
90	1.000	0.600		0.500					1.000					
91	1.000				0.200				1.000					
92	1.000	0.600			0.200				1.000					
93	1.000					0.200			1.000					
94	1.000	0.600				0.200			1.000					
95	1.000									1.000				
96	1.000	0.700								1.000				
97	1.000		0.500							1.000				
98	1.000	0.600	0.500							1.000				

Comb.	PP	Q	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY	Impacto frontal P1	Impacto frontal P2	Impacto frontal P3	Impacto lateral P1	Impacto lateral P3	Impacto lateral P2
99	1.000			0.500						1.000				
100	1.000	0.600		0.500						1.000				
101	1.000				0.200					1.000				
102	1.000	0.600			0.200					1.000				
103	1.000					0.200				1.000				
104	1.000	0.600				0.200				1.000				
105	1.000										1.000			
106	1.000	0.700									1.000			
107	1.000		0.500								1.000			
108	1.000	0.600	0.500								1.000			
109	1.000			0.500							1.000			
110	1.000	0.600		0.500							1.000			
111	1.000				0.200						1.000			
112	1.000	0.600			0.200						1.000			
113	1.000					0.200					1.000			
114	1.000	0.600				0.200					1.000			
115	1.000											1.000		
116	1.000	0.700										1.000		
117	1.000		0.500									1.000		
118	1.000	0.600	0.500									1.000		
119	1.000			0.500								1.000		
120	1.000	0.600		0.500								1.000		
121	1.000				0.200							1.000		
122	1.000	0.600			0.200							1.000		
123	1.000					0.200						1.000		
124	1.000	0.600				0.200						1.000		
125	1.000												1.000	
126	1.000	0.700											1.000	
127	1.000		0.500										1.000	
128	1.000	0.600	0.500										1.000	
129	1.000			0.500									1.000	
130	1.000	0.600		0.500									1.000	
131	1.000				0.200								1.000	
132	1.000	0.600			0.200								1.000	
133	1.000					0.200							1.000	
134	1.000	0.600				0.200							1.000	
135	1.000													1.000
136	1.000	0.700												1.000
137	1.000		0.500											1.000
138	1.000	0.600	0.500											1.000
139	1.000			0.500										1.000
140	1.000	0.600		0.500										1.000
141	1.000				0.200									1.000
142	1.000	0.600			0.200									1.000
143	1.000					0.200								1.000
144	1.000	0.600				0.200								1.000

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	Q	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY	Impacto frontal P1	Impacto frontal P2	Impacto frontal P3	Impacto lateral P1	Impacto lateral P3	Impacto lateral P2
1	1.000													
2	1.350													
3	1.000	1.500												
4	1.350	1.500												
5	1.000		1.500											
6	1.350		1.500											
7	1.000	1.500	0.900											
8	1.350	1.500	0.900											
9	1.000			1.500										
10	1.350			1.500										
11	1.000	1.500		0.900										
12	1.350	1.500		0.900										
13	1.000				1.500									
14	1.350				1.500									
15	1.000		0.900		1.500									
16	1.350		0.900		1.500									
17	1.000			0.900	1.500									
18	1.350			0.900	1.500									
19	1.000	1.500			0.750									
20	1.350	1.500			0.750									
21	1.000		1.500		0.750									
22	1.350		1.500		0.750									
23	1.000	1.500	0.900		0.750									
24	1.350	1.500	0.900		0.750									
25	1.000			1.500	0.750									
26	1.350			1.500	0.750									
27	1.000	1.500		0.900	0.750									
28	1.350	1.500		0.900	0.750									
29	1.000					1.500								
30	1.350					1.500								
31	1.000		0.900			1.500								
32	1.350		0.900			1.500								
33	1.000			0.900		1.500								
34	1.350			0.900		1.500								
35	1.000	1.500				0.750								
36	1.350	1.500				0.750								
37	1.000		1.500			0.750								
38	1.350		1.500			0.750								
39	1.000	1.500	0.900			0.750								
40	1.350	1.500	0.900			0.750								
41	1.000			1.500		0.750								
42	1.350			1.500		0.750								
43	1.000	1.500		0.900		0.750								
44	1.350	1.500		0.900		0.750								
45	1.000						-0.300	-1.000						
46	1.000						0.300	-1.000						
47	1.000						-1.000	-0.300						
48	1.000						-1.000	0.300						
49	1.000						0.300	1.000						
50	1.000						-0.300	1.000						
51	1.000						1.000	0.300						
52	1.000						1.000	-0.300						
53	1.000								1.000					
54	1.000									1.000				
55	1.000										1.000			
56	1.000											1.000		
57	1.000												1.000	
58	1.000													1.000

▪ **Tensiones sobre el terreno**

Comb.	PP	Q	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY	Impacto frontal P1	Impacto frontal P2	Impacto frontal P3	Impacto lateral P1	Impacto lateral P3	Impacto lateral P2
1	1.000													
2	1.000	1.000												
3	1.000		1.000											
4	1.000	1.000	1.000											
5	1.000			1.000										
6	1.000	1.000		1.000										
7	1.000				1.000									
8	1.000	1.000			1.000									
9	1.000		1.000		1.000									
10	1.000	1.000	1.000		1.000									
11	1.000			1.000	1.000									
12	1.000	1.000		1.000	1.000									
13	1.000					1.000								
14	1.000	1.000				1.000								
15	1.000		1.000			1.000								
16	1.000	1.000	1.000			1.000								
17	1.000			1.000		1.000								
18	1.000	1.000		1.000		1.000								
19	1.000						-1.000							
20	1.000	1.000					-1.000							
21	1.000						1.000							
22	1.000	1.000					1.000							
23	1.000							-1.000						
24	1.000	1.000						-1.000						
25	1.000							1.000						
26	1.000	1.000						1.000						
27	1.000								1.000					
28	1.000	1.000							1.000					
29	1.000									1.000				
30	1.000	1.000								1.000				
31	1.000										1.000			
32	1.000	1.000									1.000			
33	1.000											1.000		
34	1.000	1.000										1.000		
35	1.000												1.000	
36	1.000	1.000											1.000	
37	1.000													1.000
38	1.000	1.000												1.000

▪ **Desplazamientos**

Comb.	PP	Q	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY	Impacto frontal P1	Impacto frontal P2	Impacto frontal P3	Impacto lateral P1	Impacto lateral P3	Impacto lateral P2
1	1.000													
2	1.000	1.000												
3	1.000		1.000											
4	1.000	1.000	1.000											
5	1.000			1.000										
6	1.000	1.000		1.000										
7	1.000				1.000									
8	1.000	1.000			1.000									
9	1.000		1.000		1.000									
10	1.000	1.000	1.000		1.000									
11	1.000			1.000	1.000									
12	1.000	1.000		1.000	1.000									
13	1.000					1.000								
14	1.000	1.000				1.000								
15	1.000		1.000			1.000								
16	1.000	1.000	1.000			1.000								
17	1.000			1.000		1.000								
18	1.000	1.000		1.000		1.000								
19	1.000						-1.000							
20	1.000	1.000					-1.000							
21	1.000						1.000							
22	1.000	1.000					1.000							
23	1.000							-1.000						
24	1.000	1.000						-1.000						
25	1.000							1.000						
26	1.000	1.000						1.000						

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

1. ESTRUCTURA

1.1. Análisis de pandeo

1.1.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.	
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	63.450
	Modo 2	84.552
[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	55.790
	Modo 2	80.167
[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	59.638
	Modo 2	80.432
[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	52.822
	Modo 2	76.454
[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	61.485
	Modo 2	82.440
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	54.266
	Modo 2	78.266
[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	69.914
	Modo 2	92.884
[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	72.465
	Modo 2	95.573

1.1.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N3/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 2	84.552	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 2	80.167	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	80.432	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	76.454	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	82.440	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	78.266	100.000	Plano XY
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	92.884	100.000	Plano XY
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 2	95.573	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N2/N4	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N7/N8	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	63.450	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	55.790	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	59.638	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	52.822	100.000	Plano XY
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	61.485	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	54.266	100.000	Plano XY
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	69.914	100.000	Plano XY
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	72.465	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N6/N8	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N16/N15	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N15	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Con las cargas introducidas no se produce pandeo global.			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[6] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[9] PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

1.1.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N3/N4	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	92.884	77.267	100.000	Plano XY
N2/N4	--	--	--	--	--	No pandea
N7/N8	[8] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	69.914	101.906	100.000	Plano XY
N6/N8	--	--	--	--	--	No pandea
N16/N15	--	--	--	--	--	No pandea
N14/N15	--	--	--	--	--	No pandea

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Uniones..... 2
1.1.1. Especificaciones..... 2
1.1.2. Referencias y simbología..... 3
1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 4
1.1.4. Memoria de cálculo..... 5
1.1.5. Medición..... 14

1. ESTRUCTURA

1.1. Uniones

1.1.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 1993-1-1).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

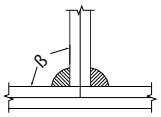
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

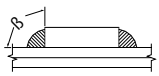
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos β > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
- Para ángulos β < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

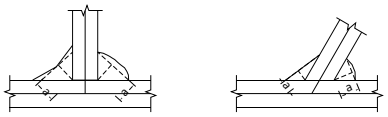
Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

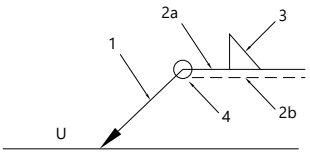
1.1.2. Referencias y simbología

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)



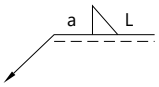
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

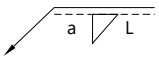


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

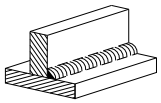
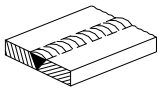
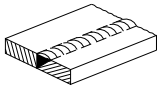
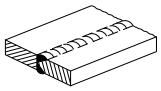
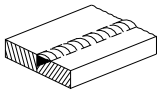
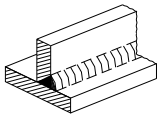
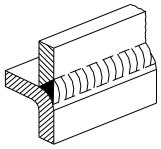


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

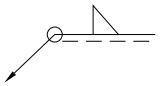
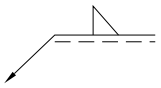
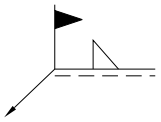


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

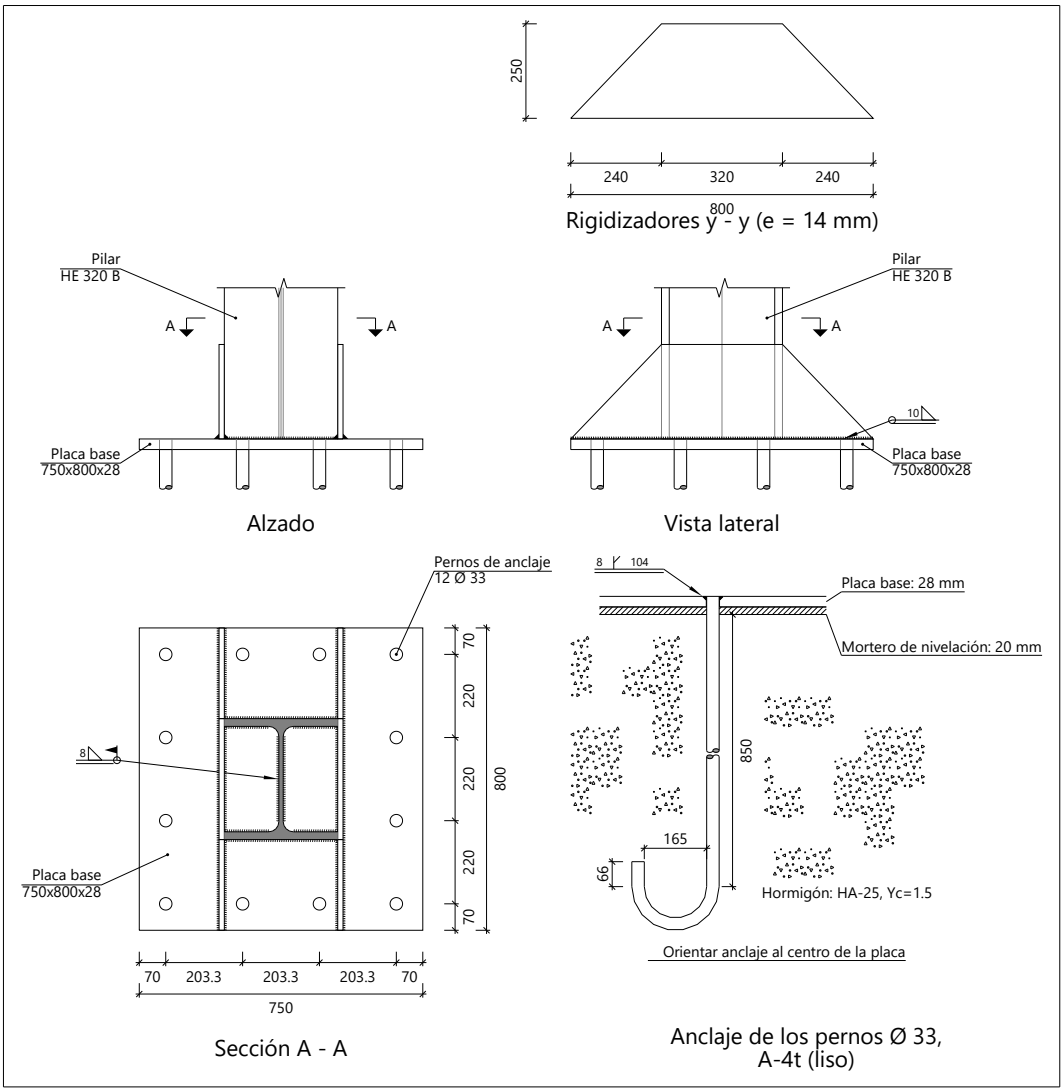
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

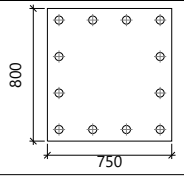
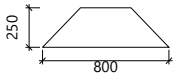
1.1.4. Memoria de cálculo

1.1.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		750	800	28	12	49	35	8	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		800	250	14	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 320 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 66 mm Calculado: 204 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 66 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.9	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 34 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 138.14 kN Calculado: 127.31 kN Máximo: 96.7 kN Calculado: 4.27 kN Máximo: 138.14 kN Calculado: 133.41 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 133.25 kN Calculado: 107.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 155.451 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 434.28 kN Calculado: 4.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 56.788 MPa Calculado: 56.788 MPa Calculado: 170.989 MPa Calculado: 124.145 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 4312.5 Calculado: 6598.81 Calculado: 4995 Calculado: 6143.53	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 132.057 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.15		
- Punto de tensión local máxima: (0.15, -0.112)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -157): Soldadura a la placa base	En ángulo	10	--	800	14.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 157): Soldadura a la placa base	En ángulo	10	--	800	14.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	104	28.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -157): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 157): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	173.4	300.4	83.44	0.0	0.00	360.0	0.80

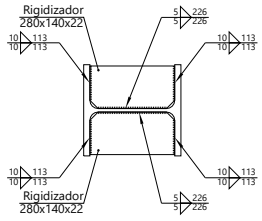
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	10	3118
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	1244
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1519

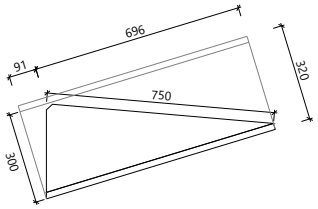
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	750x800x28	131.88
	Rigidizadores pasantes	2	800/320x250/0x14	30.77
			Total	162.65
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 33 - L = 931 + 377	105.39
			Total	105.39

1.1.4.2. Tipo 11

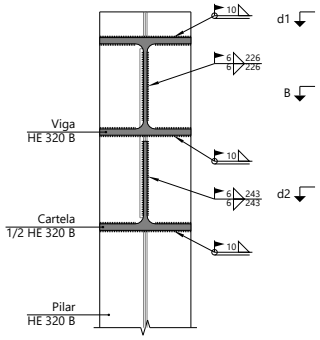
a) Detalle



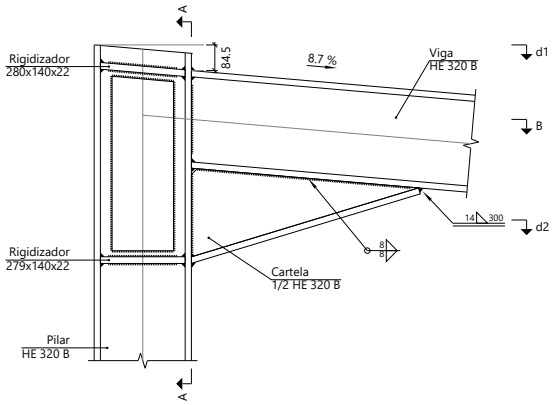
d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 320 B



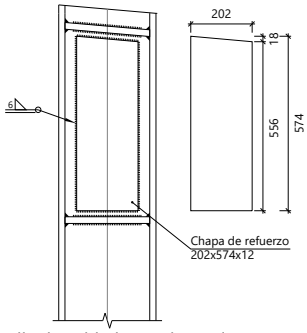
Detalle de la cartela (1/2 HE 320 B)



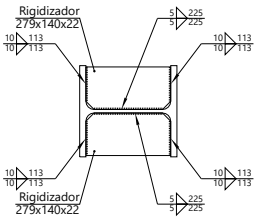
Sección A - A



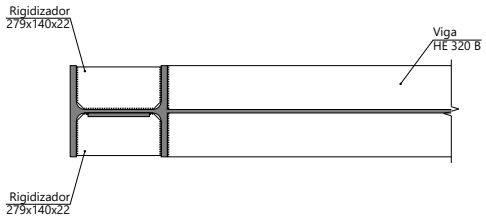
Alzado



Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar HE 320 B

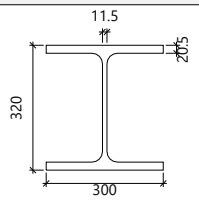
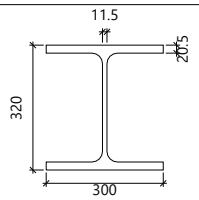


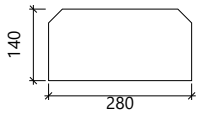
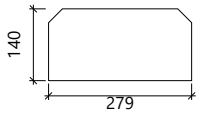
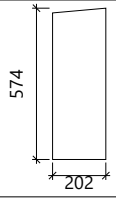
d2.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 320 B



Sección B - B

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Viga	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		280	140	22	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Rigidizador		279	140	22	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Chapa de refuerzo		202	574	12	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 320 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.04
	Cortante	kN	1207.91	2133.18	56.62
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	96.97	275.00	35.26
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	97.44	275.00	35.43
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	96.97	275.00	35.26
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	97.44	275.00	35.43
Ala	Cortante	N/mm²	188.88	275.00	68.68

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	10	113	20.5	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	10	113	20.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	10	113	20.5	85.05
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	226	11.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	10	113	20.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	6	1537	11.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	72.1	78.6	0.0	154.1	38.07	72.1	23.28	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	107.0	185.4	45.81	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.8	75.8	0.0	151.6	37.45	75.8	24.48	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	107.7	186.5	46.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	72.1	78.6	0.0	154.1	38.07	72.1	23.28	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	107.0	185.4	45.81	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.8	75.8	0.0	151.6	37.45	75.8	24.48	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	107.7	186.5	46.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	0.0	0.0	230.6	399.5	98.71	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Viga HE 320 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	314.57	828.29	37.98

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	10	300	20.5	85.05
Soldadura del alma	En ángulo	6	226	11.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	10	300	20.5	85.05
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	263	11.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	10	300	20.5	73.11
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	750	11.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	14	300	20.5	68.16

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	65.7	71.6	0.0	140.4	34.69	65.7	21.22	430.0	0.85
Soldadura del alma	57.5	57.5	21.4	120.8	29.84	57.5	18.56	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	57.2	57.2	21.4	120.3	29.72	57.2	18.48	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	58.0	78.3	0.0	147.4	36.43	70.6	22.81	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	13.3	23.0	5.68	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	1804
			6	1537
			8	1500
			10	1808
			14	300
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978
			10	1604

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	2	280x140x22	13.54
		2	279x140x22	13.49
	Chapas	1	202x574x12	10.92
			Total	37.96

1.1.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	10	9354
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	3732
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	4557
430.0	En taller	En ángulo	5	5413
			6	4611
			8	4500
			10	5424
			14	900
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	2935
			10	4811

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	6	280x140x22	40.63
		6	279x140x22	40.47
	Chapas	3	202x574x12	32.77
			Total	113.87

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	3	750x800x28	395.64
	Rigidizadores pasantes	6	800/320x250/0x14	92.32
			Total	487.96
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	36	Ø 33 - L = 931 + 377	316.16
			Total	316.16

ANEXO V: CÁLCULO MARQUESINA ANDÉN NORTE

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2
1.3. Sismo..... 5
1.3.1. Datos generales de sismo..... 5

2. ESTRUCTURA..... 6
2.1. Geometría..... 6
2.1.1. Nudos..... 6
2.1.2. Barras..... 7
2.2. Resultados..... 11
2.2.1. Nudos..... 11
2.2.2. Barras..... 255
2.2.3. Sismo..... 923
2.3. Análisis de pandeo..... 928
2.3.1. Modos de pandeo..... 928
2.3.2. Barras..... 931
2.3.3. Barras (Resumen)..... 969
2.4. Uniones..... 970
2.4.1. Especificaciones..... 970
2.4.2. Referencias y simbología..... 971
2.4.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 972
2.4.4. Memoria de cálculo..... 973
2.4.5. Medición..... 981

3. CIMENTACIÓN..... 982
3.1. Elementos de cimentación aislados..... 982
3.1.1. Descripción..... 982
3.1.2. Medición..... 983
3.1.3. Comprobación..... 984

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja
w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma
Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*
Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N5	4.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	4.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	4.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	8.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	8.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	8.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	12.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	12.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	12.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	16.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	16.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	16.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	20.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	20.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	24.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	24.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	24.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	28.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	28.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	28.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	32.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	32.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	32.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	36.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N38	36.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	36.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	40.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N42	40.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	40.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	44.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N46	44.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	44.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N49	48.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N50	48.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N52	48.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N53	52.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N54	52.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N56	52.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	56.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N58	56.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	56.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	60.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N62	60.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	60.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	64.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N66	64.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N68	64.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	68.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N70	68.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	68.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	72.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N74	72.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N76	72.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N5/N6	N5/N6	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N6/N8	N6/N8	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N9/N10	N9/N10	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N10/N12	N10/N12	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N13/N14	N13/N14	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N14/N16	N14/N16	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N17/N18	N17/N18	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N18/N20	N18/N20	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N21/N22	N21/N22	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N22/N24	N22/N24	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N25/N26	N25/N26	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N26/N28	N26/N28	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N29/N30	N29/N30	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N30/N32	N30/N32	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N33/N34	N33/N34	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N34/N36	N34/N36	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N37/N38	N37/N38	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N38/N40	N38/N40	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N41/N42	N41/N42	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N42/N44	N42/N44	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N45/N46	N45/N46	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N46/N48	N46/N48	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N49/N50	N49/N50	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N50/N52	N50/N52	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N53/N54	N53/N54	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N54/N56	N54/N56	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N57/N58	N57/N58	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N58/N60	N58/N60	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N61/N62	N61/N62	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N62/N64	N62/N64	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N65/N66	N65/N66	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N66/N68	N66/N68	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N69/N70	N69/N70	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N70/N72	N70/N72	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N73/N74	N73/N74	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N74/N76	N74/N76	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N9/N10, N13/N14, N17/N18, N21/N22, N25/N26, N29/N30, N33/N34, N37/N38, N41/N42, N45/N46, N49/N50, N53/N54, N57/N58, N61/N62, N65/N66, N69/N70 y N73/N74
2	N6/N8, N10/N12, N14/N16, N18/N20, N22/N24, N26/N28, N30/N32, N34/N36, N38/N40, N42/N44, N46/N48, N50/N52, N54/N56, N58/N60, N62/N64, N66/N68, N70/N72 y N74/N76

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
		2	HE 220 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 0.40 m.	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m^3)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N5/N6	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N6/N8	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N9/N10	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N10/N12	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N13/N14	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N14/N16	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N17/N18	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N18/N20	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N21/N22	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N22/N24	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N25/N26	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N26/N28	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N29/N30	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N30/N32	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N33/N34	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N34/N36	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N37/N38	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N38/N40	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N41/N42	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N42/N44	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N45/N46	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N46/N48	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N49/N50	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N50/N52	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N53/N54	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N54/N56	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N57/N58	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N58/N60	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N61/N62	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N62/N64	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N65/N66	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N66/N68	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N69/N70	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N70/N72	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N73/N74	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N74/N76	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	HEB	HE 220 B	75.600	149.400	149.400	0.688	1.555	1.555	5400.49	10921.50	10921.50	
			HE 220 B, Simple con cartelas	73.800			0.867			5521.02			

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 220 B	1.301	75.600	98.356
	HE 220 B, Simple con cartelas	1.364	73.800	100.697
			Total	**199.053**

2.2. Resultados

2.2.1. Nudos

2.2.1.1. Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.2.1.1.1. Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X (CQC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo Y (CQC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación

Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
			$Vz_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{máx}$	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
			$My_{mín}$	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03
			$My_{máx}$	42.28	41.22	40.16	39.09	38.03	36.97	35.91	34.84	33.78
			$Mz_{mín}$	-0.06	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+SX+0.3·SY	$N_{mín}$	-19.177	-18.839	-18.501	-18.163	-17.825	-17.487	-17.149	-16.811	-16.474
			$N_{máx}$	-19.177	-18.839	-18.501	-18.163	-17.825	-17.487	-17.149	-16.811	-16.474
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
			$Vz_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{máx}$	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661
			$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03	33.03
			$My_{máx}$	35.80	35.48	35.17	34.85	34.53	34.21	33.89	33.57	33.25
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-19.177	-18.839	-18.501	-18.163	-17.825	-17.487	-17.149	-16.811	-16.474
			$N_{máx}$	-19.177	-18.839	-18.501	-18.163	-17.825	-17.487	-17.149	-16.811	-16.474
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
			$Vz_{mín}$	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661	-0.661
			$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	30.25	30.57	30.89	31.21	31.52	31.84	32.16	32.48	32.80
			$My_{máx}$	30.25	30.57	30.89	31.21	31.52	31.84	32.16	32.48	32.80
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02

Esfuerzos en barras, por combinación

Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N74/N76	Acero laminado	PP	N	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-3.650	-3.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-20.959	-18.793	-19.024	-15.858	-13.743	-10.572	-8.457	-5.286	-3.172	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-42.21	-34.18	-34.14	-23.72	-17.82	-10.54	-6.75	-2.64	-0.95	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q	N	-3.936	-3.262	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-22.601	-20.303	-20.552	-17.131	-14.847	-11.421	-9.137	-5.710	-3.426	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-45.59	-36.92	-36.88	-25.63	-19.25	-11.39	-7.29	-2.85	-1.03	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q	N	-4.882	-4.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-28.035	-25.175	-25.484	-21.243	-18.410	-14.162	-11.329	-7.081	-4.249	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-56.54	-45.78	-45.73	-31.78	-23.87	-14.12	-9.04	-3.53	-1.27	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH1	N	-8.009	-6.651	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-45.990	-41.395	-41.903	-34.930	-30.274	-23.289	-18.633	-11.648	-6.992	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-92.96	-75.29	-75.21	-52.26	-39.25	-23.23	-14.87	-5.81	-2.09	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH1	N	-8.955	-7.434	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-51.424	-46.268	-46.835	-39.041	-33.837	-26.030	-20.825	-13.018	-7.814	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-103.90	-84.15	-84.06	-58.41	-43.87	-25.96	-16.62	-6.49	-2.34	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH1	N	-7.119	-5.911	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-40.880	-36.788	-37.239	-31.041	-26.903	-20.696	-16.557	-10.350	-6.212	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-82.61	-66.91	-66.83	-46.44	-34.88	-20.64	-13.21	-5.16	-1.86	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1	N	-8.065	-6.693	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-46.314	-41.660	-42.171	-35.153	-30.466	-23.437	-18.750	-11.720	-7.034	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-93.55	-75.77	-75.68	-52.59	-39.50	-23.37	-14.96	-5.85	-2.10	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación

Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH2	N	2.831	2.306	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	16.256	14.352	14.529	12.229	10.694	8.390	6.855	4.552	3.016	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	33.41	27.23	27.20	19.21	14.64	8.93	5.89	2.48	0.97	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH2	N	1.885	1.523	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	10.822	9.480	9.596	8.118	7.131	5.650	4.662	3.181	2.194	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	22.46	18.37	18.35	13.06	10.02	6.20	4.14	1.80	0.72	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH2	N	-0.615	-0.536	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-3.532	-3.339	-3.380	-2.746	-2.323	-1.688	-1.265	-0.630	-0.207	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-6.79	-5.39	-5.39	-3.56	-2.54	-1.34	-0.76	-0.19	-0.02	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH2	N	-1.561	-1.319	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-8.966	-8.211	-8.312	-6.857	-5.886	-4.429	-3.458	-2.001	-1.029	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-17.73	-14.25	-14.24	-9.71	-7.16	-4.08	-2.50	-0.87	-0.27	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·N(EI)	N	-3.504	-2.903	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-20.125	-18.069	-18.291	-15.247	-13.214	-10.164	-8.132	-5.082	-3.049	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-40.58	-32.86	-32.82	-22.81	-17.13	-10.14	-6.49	-2.53	-0.91	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·N(EI)	N	-4.451	-3.686	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-25.558	-22.942	-23.223	-19.358	-16.777	-12.905	-10.324	-6.453	-3.872	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-51.52	-41.72	-41.67	-28.96	-21.75	-12.87	-8.24	-3.22	-1.16	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+0.9·VH1+1.5·N(EI)	N	-6.687	-5.552	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-38.403	-34.554	-34.978	-29.157	-25.270	-19.439	-15.552	-9.722	-5.835	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-77.60	-62.84	-62.77	-43.62	-32.76	-19.39	-12.41	-4.85	-1.75	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(EI)	N	-7.634	-6.334	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-43.837	-39.426	-39.910	-33.268	-28.833	-22.180	-17.745	-11.092	-6.657	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-88.54	-71.70	-71.62	-49.77	-37.38	-22.12	-14.16	-5.53	-1.99	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+0.9·VH2+1.5·N(EI)	N	-0.184	-0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-1.056	-1.105	-1.119	-0.861	-0.689	-0.432	-0.260	-0.002	0.170	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-1.78	-1.33	-1.33	-0.74	-0.43	-0.09	0.05	0.12	0.09	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+0.9·VH2+1.5·N(EI)	N	-1.130	-0.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-6.489	-5.978	-6.051	-4.973	-4.253	-3.172	-2.452	-1.372	-0.652	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-12.72	-10.19	-10.18	-6.89	-5.05	-2.82	-1.70	-0.56	-0.15	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	N	-4.336	-3.595	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-24.901	-22.377	-22.651	-18.881	-16.364	-12.588	-10.070	-6.294	-3.776	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-50.25	-40.69	-40.65	-28.24	-21.21	-12.55	-8.03	-3.14	-1.13	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI)	N	-5.282	-4.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-30.334	-27.249	-27.584	-22.993	-19.927	-15.328	-12.263	-7.664	-4.599	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-61.19	-49.55	-49.50	-34.39	-25.83	-15.29	-9.78	-3.82	-1.38	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH1+0.75·N(EI)	N	-8.409	-6.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-48.289	-43.469	-44.002	-36.680	-31.790	-24.456	-19.566	-12.231	-7.342	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-97.62	-79.06	-78.97	-54.88	-41.22	-24.39	-15.61	-6.10	-2.20	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI)	N	-9.355	-7.767	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-53.723	-48.342	-48.934	-40.791	-35.353	-27.197	-21.759	-13.602	-8.164	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-108.56	-87.92	-87.82	-61.03	-45.84	-27.13	-17.36	-6.78	-2.44	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI)	N	-7.519	-6.244	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación

Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-43.179	-38.862	-39.338	-32.792	-28.420	-21.863	-17.491	-10.933	-6.562	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-87.27	-70.68	-70.60	-49.06	-36.85	-21.81	-13.96	-5.45	-1.96	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI)	N	-8.465	-7.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-48.613	-43.734	-44.270	-36.903	-31.983	-24.603	-19.684	-12.304	-7.384	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-98.21	-79.54	-79.45	-55.21	-41.47	-24.54	-15.71	-6.14	-2.21	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH2+0.75·N(EI)	N	2.430	1.973	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	13.957	12.278	12.429	10.479	9.177	7.224	5.921	3.968	2.666	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	28.75	23.46	23.44	16.59	12.67	7.77	5.15	2.19	0.86	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH2+0.75·N(EI)	N	1.484	1.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	8.523	7.406	7.497	6.368	5.614	4.483	3.729	2.598	1.844	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	17.81	14.60	14.59	10.45	8.06	5.04	3.40	1.50	0.62	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH2+0.75·N(EI)	N	-1.015	-0.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-5.832	-5.413	-5.479	-4.496	-3.840	-2.855	-2.198	-1.214	-0.557	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-11.45	-9.16	-9.15	-6.17	-4.51	-2.51	-1.50	-0.48	-0.13	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH2+0.75·N(EI)	N	-1.962	-1.653	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-11.265	-10.286	-10.411	-8.607	-7.403	-5.596	-4.391	-2.584	-1.379	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-22.39	-18.02	-18.00	-12.32	-9.13	-5.24	-3.25	-1.16	-0.37	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·N(R)	N	-3.104	-2.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-17.825	-15.995	-16.191	-13.497	-11.697	-8.998	-7.198	-4.499	-2.699	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-35.92	-29.09	-29.06	-20.19	-15.16	-8.97	-5.74	-2.24	-0.81	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·N(R)	N	-4.050	-3.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-23.259	-20.868	-21.123	-17.608	-15.260	-11.738	-9.391	-5.869	-3.522	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-46.87	-37.95	-37.91	-26.34	-19.78	-11.71	-7.49	-2.93	-1.05	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+0.9·VH1+1.5·N(R)	N	-6.287	-5.218	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-36.104	-32.480	-32.878	-27.407	-23.753	-18.273	-14.619	-9.138	-5.485	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-72.94	-59.07	-59.01	-41.00	-30.80	-18.23	-11.67	-4.56	-1.64	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+0.9·VH1+1.5·N(R)	N	-7.233	-6.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-41.538	-37.352	-37.810	-31.518	-27.316	-21.013	-16.812	-10.509	-6.307	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-83.88	-67.93	-67.86	-47.15	-35.42	-20.96	-13.41	-5.24	-1.89	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+0.9·VH2+1.5·N(R)	N	0.217	0.156	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	1.244	0.969	0.981	0.889	0.827	0.735	0.674	0.581	0.520	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	2.88	2.44	2.44	1.88	1.54	1.07	0.79	0.42	0.20	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+0.9·VH2+1.5·N(R)	N	-0.730	-0.627	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-4.190	-3.904	-3.951	-3.222	-2.736	-2.006	-1.519	-0.789	-0.302	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-8.06	-6.42	-6.41	-4.27	-3.08	-1.66	-0.96	-0.27	-0.05	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.75·N(R)	N	-4.136	-3.429	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-23.751	-21.340	-21.602	-18.006	-15.606	-12.004	-9.603	-6.002	-3.601	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-47.92	-38.81	-38.76	-26.93	-20.23	-11.97	-7.66	-2.99	-1.08	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(R)	N	-5.082	-4.211	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-29.185	-26.212	-26.534	-22.118	-19.169	-14.745	-11.796	-7.373	-4.424	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-58.87	-47.67	-47.61	-33.08	-24.85	-14.70	-9.41	-3.68	-1.32	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH1+0.75·N(R)	N	-8.209	-6.817	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-47.140	-42.432	-42.953	-35.805	-31.032	-23.872	-19.099	-11.940	-7.167	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación

Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-95.29	-77.18	-77.09	-53.57	-40.24	-23.81	-15.24	-5.96	-2.14	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(R)	N	-9.155	-7.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-52.574	-47.305	-47.885	-39.916	-34.595	-26.613	-21.292	-13.310	-7.989	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-106.23	-86.04	-85.94	-59.72	-44.86	-26.54	-16.99	-6.64	-2.39	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(R)	N	-7.319	-6.077	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-42.029	-37.825	-38.288	-31.917	-27.662	-21.279	-17.024	-10.642	-6.387	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-84.94	-68.79	-68.72	-47.75	-35.86	-21.22	-13.58	-5.31	-1.91	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(R)	N	-8.265	-6.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-47.463	-42.697	-43.220	-36.028	-31.225	-24.020	-19.217	-12.012	-7.209	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-95.88	-77.65	-77.57	-53.90	-40.48	-23.96	-15.33	-5.99	-2.16	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·VH2+0.75·N(R)	N	2.631	2.139	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	15.106	13.315	13.479	11.354	9.935	7.807	6.388	4.260	2.841	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	31.08	25.35	25.32	17.90	13.66	8.35	5.52	2.33	0.92	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·VH2+0.75·N(R)	N	1.684	1.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	9.673	8.443	8.547	7.243	6.372	5.066	4.195	2.889	2.019	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	20.13	16.49	16.47	11.75	9.04	5.62	3.77	1.65	0.67	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+1.5·Q+0.9·VH2+0.75·N(R)	N	-0.815	-0.703	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-4.682	-4.376	-4.430	-3.621	-3.081	-2.272	-1.732	-0.922	-0.382	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-9.12	-7.28	-7.27	-4.86	-3.53	-1.93	-1.13	-0.33	-0.07	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH2+0.75·N(R)	N	-1.762	-1.486	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-10.116	-9.248	-9.362	-7.732	-6.644	-5.012	-3.924	-2.292	-1.204	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-20.06	-16.14	-16.12	-11.01	-8.15	-4.66	-2.88	-1.02	-0.32	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP-0.3·SX-SY	N_{min}	-4.065	-3.601	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
			$N_{máx}$	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy_{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
			Vz_{min}	-15.288	-13.702	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.288	-13.702	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			Mt_{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My_{min}	-31.13	-25.27	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.13	-25.27	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			Mz_{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00
		PP+0.3·SX-SY	N_{min}	-4.065	-3.601	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
			$N_{máx}$	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy_{min}	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz_{min}	-15.288	-13.702	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.288	-13.702	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			Mt_{min}	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My_{min}	-31.13	-25.27	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.13	-25.27	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			Mz_{min}	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP-SX-0.3·SY	N_{min}	-3.112	-2.646	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414
			$N_{máx}$	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy_{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
			Vz_{min}	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			Mt_{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My_{min}	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			Mz_{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00
		PP-SX+0.3·SY	N_{min}	-2.295	-1.827	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-2.295	-1.827	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
			Vy_{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
			Vz_{min}	-15.597	-13.987	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.31	-25.33	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00
		PP+0.3·SX+SY	$N_{mín}$	-1.342	-0.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-1.342	-0.873	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
			$Vy_{mín}$	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.762	-14.140	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.41	-25.36	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP-0.3·SX+SY	$N_{mín}$	-1.342	-0.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-1.342	-0.873	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
			$Vz_{mín}$	-15.762	-14.140	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.41	-25.36	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00
		PP+SX+0.3·SY	$N_{mín}$	-2.295	-1.827	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-2.295	-1.827	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
			$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.597	-13.987	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.31	-25.33	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-3.112	-2.646	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414
			$N_{máx}$	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N5/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.065	-59.608	-59.152	-58.696	-58.240	-57.783	-57.327	-56.871	-56.415
		$N_{máx}$	14.129	14.467	14.805	15.143	15.481	15.819	16.157	16.495	16.833
		$Vy_{mín}$	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
		$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
		$Vz_{mín}$	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204
		$Vz_{máx}$	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204
		$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
		$Mt_{máx}$	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		$My_{mín}$	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25
		$My_{máx}$	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65
		$Mz_{mín}$	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N6/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.355	-7.767	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
		$N_{máx}$	2.831	2.306	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
		$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		$Vz_{mín}$	-53.723	-48.342	-48.934	-40.791	-35.353	-27.197	-21.759	-13.602	-8.164	0.000
		$Vz_{máx}$	16.256	14.352	14.529	12.229	10.694	8.390	6.855	4.552	3.016	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-108.56	-87.92	-87.82	-61.03	-45.84	-27.13	-17.36	-6.78	-2.44	0.00
		$My_{máx}$	33.41	27.23	27.20	19.21	14.64	8.93	5.89	2.48	0.97	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N9/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.995	-60.538	-60.082	-59.626	-59.170	-58.713	-58.257	-57.801	-57.345
		$N_{máx}$	17.485	17.823	18.161	18.499	18.837	19.175	19.513	19.851	20.189
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13
		$My_{máx}$	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.480	-7.796	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	3.367	2.694	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-54.438	-48.525	-49.120	-41.086	-35.720	-27.672	-22.306	-14.258	-8.892	0.000
		$Vz_{máx}$	19.335	16.768	16.974	14.377	12.642	10.040	8.306	5.704	3.970	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-110.38	-89.59	-89.49	-62.55	-47.23	-28.26	-18.30	-7.36	-2.74	0.00
		$My_{máx}$	39.93	32.67	32.63	23.27	17.88	11.10	7.44	3.25	1.32	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N13/N14	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N14/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N17/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N18/N20	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N21/N22	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N22/N24	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N25/N26	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N26/N28	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N29/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N30/N32	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N33/N34	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N34/N36	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N37/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N38/N40	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N41/N42	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N42/N44	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N45/N46	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N46/N48	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N49/N50	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N50/N52	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N53/N54	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N54/N56	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N57/N58	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N58/N60	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N61/N62	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N62/N64	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N65/N66	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		$Vy_{máx}$	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-0.21	-0.19	-0.16	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.07	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N66/N68	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N69/N70	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.995	-60.538	-60.082	-59.626	-59.170	-58.713	-58.257	-57.801	-57.345
		$N_{máx}$	17.485	17.823	18.161	18.499	18.837	19.175	19.513	19.851	20.189
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13
		$My_{máx}$	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N70/N72	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.480	-7.796	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	3.367	2.694	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-54.438	-48.525	-49.120	-41.086	-35.720	-27.672	-22.306	-14.258	-8.892	0.000
		$Vz_{máx}$	19.335	16.768	16.974	14.377	12.642	10.040	8.306	5.704	3.970	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-110.38	-89.59	-89.49	-62.55	-47.23	-28.26	-18.30	-7.36	-2.74	0.00
		$My_{máx}$	39.93	32.67	32.63	23.27	17.88	11.10	7.44	3.25	1.32	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N73/N74	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.065	-59.608	-59.152	-58.696	-58.240	-57.783	-57.327	-56.871	-56.415
		$N_{máx}$	14.129	14.467	14.805	15.143	15.481	15.819	16.157	16.495	16.833
		$Vy_{mín}$	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
		$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
		$Vz_{mín}$	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204
		$Vz_{máx}$	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204
		$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
		$Mt_{máx}$	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		$My_{mín}$	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25
		$My_{máx}$	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65
		$Mz_{mín}$	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N74/N76	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.355	-7.767	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
		$N_{máx}$	2.831	2.306	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
		$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		$Vz_{mín}$	-53.723	-48.342	-48.934	-40.791	-35.353	-27.197	-21.759	-13.602	-8.164	0.000
		$Vz_{máx}$	16.256	14.352	14.529	12.229	10.694	8.390	6.855	4.552	3.016	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-108.56	-87.92	-87.82	-61.03	-45.84	-27.13	-17.36	-6.78	-2.44	0.00
		$My_{máx}$	33.41	27.23	27.20	19.21	14.64	8.93	5.89	2.48	0.97	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00

2.2.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que η ≤ 100 %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N5/N6	60.27	0.000	-60.065	0.000	0.000	0.00	114.65	0.00	GV	Cumple
N6/N8	38.99	0.509	-7.767	0.000	-48.342	0.00	-87.92	0.00	GV	Cumple
N9/N10	61.28	0.000	-60.995	0.000	0.000	0.00	116.55	0.00	GV	Cumple
N10/N12	39.73	0.509	-7.796	0.000	-48.525	0.00	-89.59	0.00	GV	Cumple
N13/N14	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N14/N16	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N17/N18	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N18/N20	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N21/N22	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N22/N24	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N25/N26	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N26/N28	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N29/N30	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N30/N32	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N33/N34	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N34/N36	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N37/N38	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N38/N40	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N41/N42	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N42/N44	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N45/N46	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N46/N48	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N49/N50	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N50/N52	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N53/N54	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N54/N56	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N57/N58	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N58/N60	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N61/N62	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N62/N64	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N65/N66	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N66/N68	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N69/N70	61.28	0.000	-60.995	0.000	0.000	0.00	116.55	0.00	GV	Cumple
N70/N72	39.73	0.509	-7.796	0.000	-48.525	0.00	-89.59	0.00	GV	Cumple
N73/N74	60.27	0.000	-60.065	0.000	0.000	0.00	114.65	0.00	GV	Cumple
N74/N76	38.99	0.509	-7.767	0.000	-48.342	0.00	-87.92	0.00	GV	Cumple

2.2.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N5/N6	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.19 L/378.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	11.56 L/378.5
N6/N8	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	8.74 L/456.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.93 L/456.7
N9/N10	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.92 L/353.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	12.46 L/353.3
N10/N12	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.39 L/425.1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	10.75 L/425.1
N13/N14	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N14/N16	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N17/N18	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N18/N20	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N21/N22	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N22/N24	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N25/N26	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N26/N28	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N29/N30	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N30/N32	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N33/N34	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N34/N36	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N37/N38	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N38/N40	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N41/N42	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N42/N44	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N45/N46	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N46/N48	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N49/N50	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N50/N52	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N53/N54	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N54/N56	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N57/N58	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0

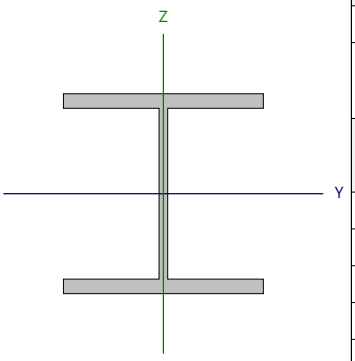
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N58/N60	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N61/N62	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N62/N64	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N65/N66	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N66/N68	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N69/N70	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.92 L/353.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	12.46 L/353.3
N70/N72	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.39 L/425.1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	10.75 L/425.1
N73/N74	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.19 L/378.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	11.56 L/378.5
N74/N76	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	8.74 L/456.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.93 L/456.7

2.2.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N69/N70

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N69	N70	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \le k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	*188.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	*9.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*17.86*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*35.20*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E :	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	*275.00*	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \le 1$$

h : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N69, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *20.19* kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	*91.00*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	*275.00*	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.	f_y :	*275.00*	MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.00*	

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \le 1$$

h : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *60.99* kN

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$ $\mathbf{N_{c,Rd}}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez `l ≤ 0.2 o la relación $\mathbf{N_{c,Ed}}$ / $\mathbf{N_{cr}}$ ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l: Esbeltez reducida. `l : 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: Relación de axiles. $\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: 0.018

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 3340.39 kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19401.11 kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 3340.39 kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 8081.51 kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : 2.940 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : 4.200 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : 4.200 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : 9.43 cm **i_z** : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : 0.00 mm **z_0** : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : **0.512** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : **0.584** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : 116.55 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : 42.13 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$\mathbf{M_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ $\mathbf{M_{b,Rd}}$: 199.56 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^{-2}}} \leq 1$$

$\mathbf{c_{LT}}$: 0.88

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^{-2}\right]$$ $\mathbf{f_{LT}}$: 0.75

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. $\mathbf{a_{LT}}$: 0.21

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ $\mathbf{`l_{LT}}$: 0.63

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. $\mathbf{M_{cr}}$: 569.53 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $\mathbf{L_c^+}$: 4.200 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $\mathbf{L_c^-}$: 4.200 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_2}$: 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_3}$: 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. $\mathbf{k_z}$: 1.09

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. $\mathbf{k_w}$: 1.09

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. $\mathbf{z_g}$: 0.00 mm

$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. $\mathbf{z_a}$: 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. $\mathbf{z_s}$: 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. $\mathbf{z_j}$: 0.00 mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.613*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.333*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.99* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *116.55* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.42

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ **d_{LT}** : *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ **e_{LT}** : *0.94*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ **w_y** : *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ **w_z** : *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ **n_{pl}** : *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ **$C_{m,y}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ **$C_{m,z}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ **$C_{m,LT}$** : *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ **e_y** : *21.03*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. **$C_{m,y,0}$** : *1.00*; **$C_{m,z,0}$** : *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **c_y** : *1.00*; **c_z** : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. **c_{LT}** : *0.88*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. **$\bar{\lambda}_{máx}$** : *0.87*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\bar{\lambda}_y$** : *0.36*; **$\bar{\lambda}_z$** : *0.87*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. **$\bar{\lambda}_{LT}$** : *0.63*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. **$\bar{\lambda}_0$** : *0.63*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$** : *735.55* cm³; **$W_{el,z}$** : *258.45* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

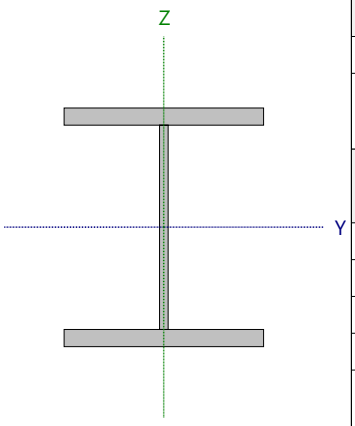
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N9/N10

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N9	N10	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.008** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 20.19 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 60.99 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.584*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *116.55* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *42.13* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ **h** : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.613*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.333*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.99* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^{+}$: *116.55* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.42

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.94*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.03*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : *0.36*; $\mathbf{`l_z}$: *0.87*

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **220.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *441.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.06* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *441.28* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *1.23* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 1161.19 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 1161.25 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.02 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 48.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

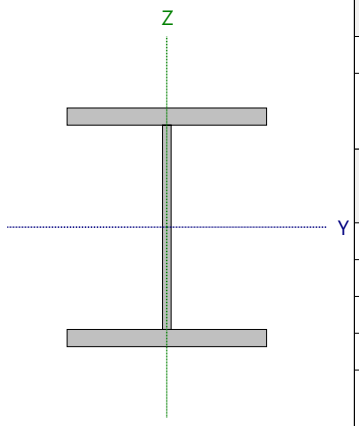
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Barra N73/N74

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N73	N74	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N73, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *16.83* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *60.06* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.574*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *114.65* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *35.25* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.18* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.20 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.20* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.04 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.04* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.603*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.328*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.06* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *114.65* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.41

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.92*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.00*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : *0.36*; $\mathbf{`l_z}$: *0.87*

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.20 kN ≤ 221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.20* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.17* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.17* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1150.64* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *3.61* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

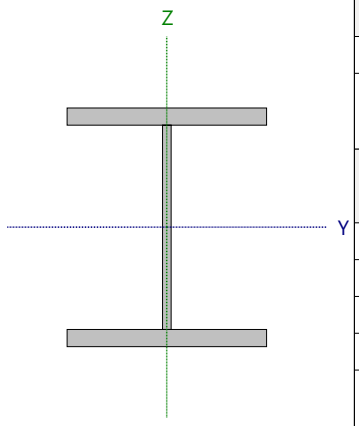
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N5/N6

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N5	N6	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N5, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *16.83* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *60.06* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.574*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *114.65* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *35.25* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **λ_{LT}** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.18* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.20 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.20* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.04 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.04* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.603*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.328*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.06* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *114.65* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.41

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.92*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.00*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.20 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.20* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.17* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.17* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1150.64* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *3.61* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

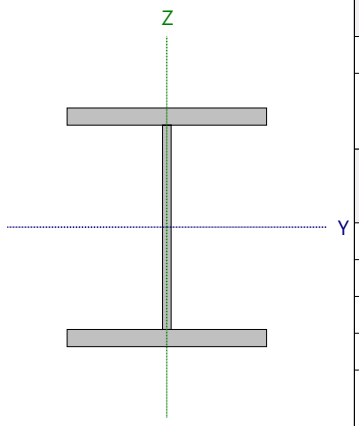
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N13/N14

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N13	N14	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N13, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: 0.80 kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: 1161.25 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.533** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.290** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 53.67 kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: 101.54 kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.021

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: 2502.50 kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.23

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 22.00 cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 16.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\bar{\lambda}_y}$, $\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\bar{\lambda}_y}$: *0.36*; $\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: *0.87*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

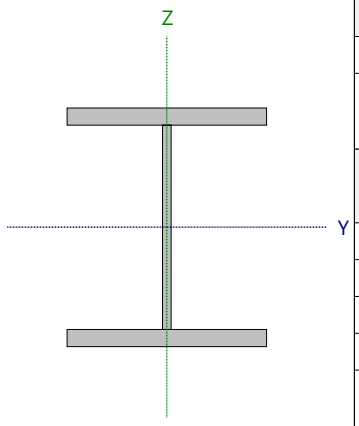
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N45/N46

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N45	N46	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N45, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **λ_{LT}** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

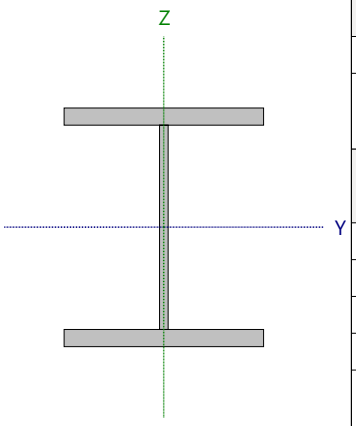
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N17/N18

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N17	N18	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N17, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **λ_{LT}** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ **d_{LT}** : *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ **e_{LT}** : *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ **w_y** : *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ **w_z** : *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ **n_{pl}** : *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ **$C_{m,y}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ **$C_{m,z}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ **$C_{m,LT}$** : *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ **e_y** : *20.82*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. **$C_{m,y,0}$** : *1.00*; **$C_{m,z,0}$** : *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **c_y** : *1.00*; **c_z** : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. **c_{LT}** : *0.88*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. **$\lambda_{máx}$** : *0.87*

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ_y** : *0.36*; **λ_z** : *0.87*

λ_{LT}: Esbeltez reducida. **λ_{LT}** : *0.63*

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. **λ_0** : *0.63*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$** : *735.55* cm³; **$W_{el,z}$** : *258.45* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

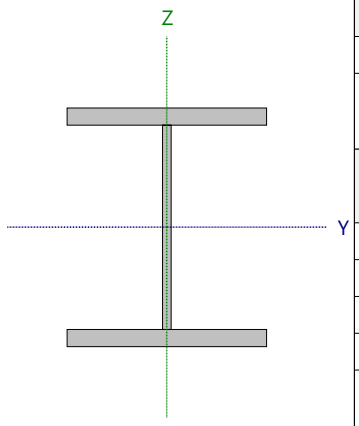
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N53/N54

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N53	N54	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N53, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: 0.00

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: 0.82

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: 1.12

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: 1.50

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: 0.02

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: 20.82

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: 1.00; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: 1.00

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: 1.00; $\mathbf{c_z}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: 0.88

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: 0.87

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : 0.36; $\mathbf{`l_z}$: 0.87

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: 0.63

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: 0.63

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: 735.55 cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: 258.45 cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19401.11 kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 3340.39 kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 8081.51 kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

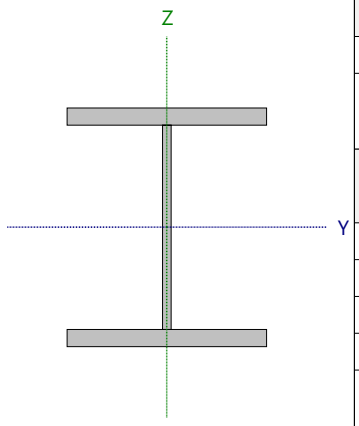
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N21/N22

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N21	N22	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: 0.80 kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: 1161.25 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.533** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.290** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 53.67 kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: 101.54 kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.021

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: 2502.50 kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.23

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 22.00 cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 16.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

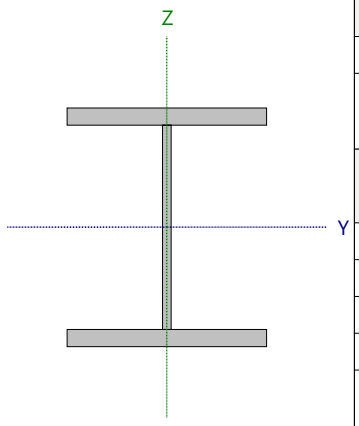
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N37/N38

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N37	N38	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N37, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.89 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.021** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ **d_{LT}** : *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ **e_{LT}** : *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ **w_y** : *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ **w_z** : *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ **n_{pl}** : *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ **$C_{m,y}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ **$C_{m,z}$** : *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ **$C_{m,LT}$** : *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ **e_y** : *20.82*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. **$C_{m,y,0}$** : *1.00*; **$C_{m,z,0}$** : *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **c_y** : *1.00*; **c_z** : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. **c_{LT}** : *0.88*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. **$\bar{\lambda}_{máx}$** : *0.87*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\bar{\lambda}_y$** : *0.36*; **$\bar{\lambda}_z$** : *0.87*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. **$\bar{\lambda}_{LT}$** : *0.63*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. **$\bar{\lambda}_0$** : *0.63*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$** : *735.55* cm³; **$W_{el,z}$** : *258.45* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

2.2.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N5/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.4	η = 57.4	x: 0 m η = 0.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 60.3	η < 0.1	η = 2.3	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 60.3**
N6/N8	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 38.7	x: 0.511 m η = 0.1	x: 0.46 m η = 12.5	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.0	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 3.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.0**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.8	x: 0 m η = 2.4	η = 58.4	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 61.3	η < 0.1	η = 2.6	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 61.3**
N10/N12	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 39.4	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 12.6	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.7	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.7	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.7**
N13/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N14/N16	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N17/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N18/N20	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N22/N24	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N25/N26	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N26/N28	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N29/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N30/N32	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N33/N34	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N34/N36	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N37/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N38/N40	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N41/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N42/N44	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N45/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N46/N48	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N49/N50	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N50/N52	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N53/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N54/N56	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N57/N58	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N58/N60	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N61/N62	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N62/N64	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N65/N66	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 0.2	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N66/N68	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N69/N70	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.8	x: 0 m η = 2.4	η = 58.4	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 61.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 61.3**
N70/N72	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 39.4	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 12.6	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.7	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.7**
N73/N74	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.4	η = 57.4	x: 0 m η = 0.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 60.3	η < 0.1	η = 2.3	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 60.3**
N74/N76	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 38.7	x: 0.511 m η = 0.1	x: 0.46 m η = 12.5	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.0	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 3.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.0**

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)													Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

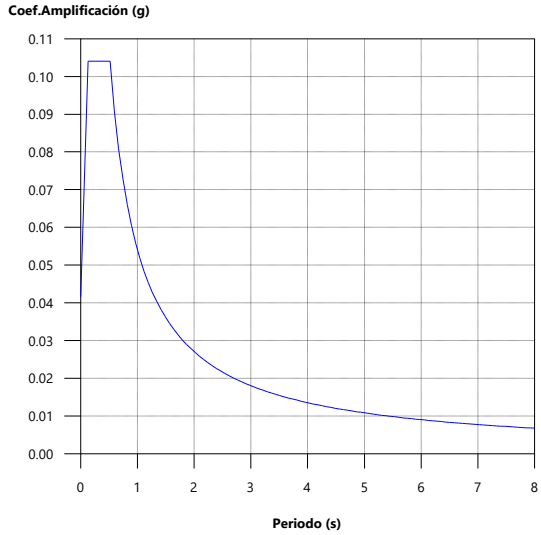
2.2.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

2.2.3.1. Espectro de cálculo

2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \le T \le T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \le 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \le \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

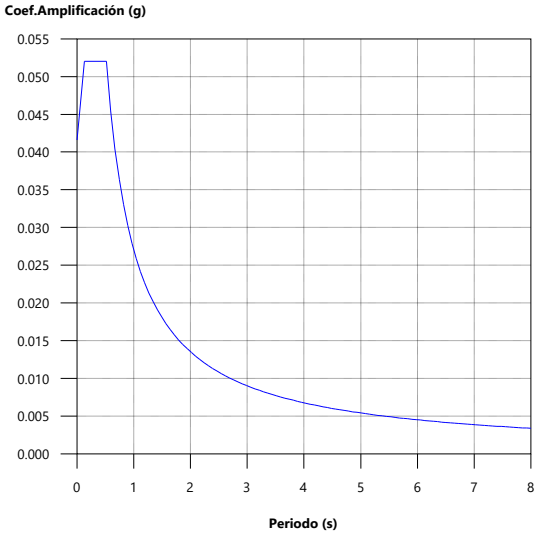
a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s



2.2.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	6.405	1	0	2.06 %	0 %	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm
Modo 2	0.503	0	1	0 %	4.46 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm
Modo 3	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm
Modo 4	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 5	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 6	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 7	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 8	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 9	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 10	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 11	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 12	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 13	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 14	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 15	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 16	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 17	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 18	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 19	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 20	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 21	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 22	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 23	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 24	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 25	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 26	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 27	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 28	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 29	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 30	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 31	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 32	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 33	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm
Modo 34	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 35	6.405	1	0	2.06 %	0 %	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm
Modo 36	0.503	0	1	0 %	4.46 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm
Modo 37	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm
Modo 38	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm
Modo 39	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 40	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 41	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 42	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 43	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 44	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 45	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 46	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 47	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 48	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 49	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 50	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 51	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Total				92.12 %	99.96 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

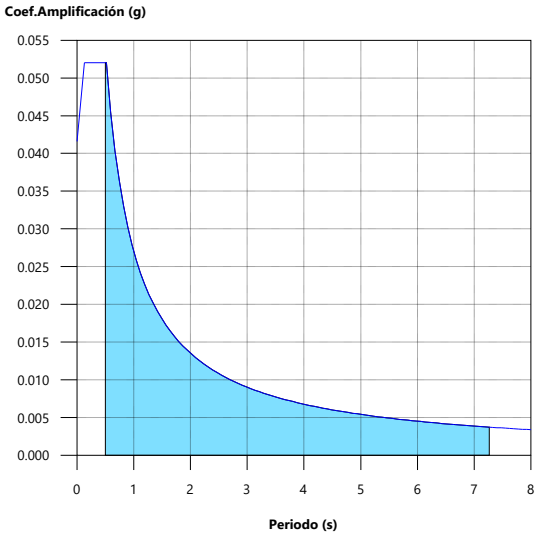
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



2.3. Análisis de pandeo

2.3.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087
	Modo 2	38.087
	Modo 3	40.272
	Modo 4	40.272
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913
	Modo 2	17.913

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 3	17.956
	Modo 4	17.956
	Modo 5	22.519
	Modo 6	22.519
	Modo 7	22.519
	Modo 8	22.519
	Modo 9	22.519
	Modo 10	22.519
	Modo 11	22.519
	Modo 12	22.519
	Modo 13	22.519
	Modo 14	22.519
	Modo 15	22.519
	Modo 16	22.519
	Modo 17	22.519
	Modo 18	22.519
	Modo 19	50.011
	Modo 20	50.011
[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933
	Modo 2	16.933
	Modo 3	17.207
	Modo 4	17.207
	Modo 5	20.991
	Modo 6	20.991
	Modo 7	20.991
	Modo 8	20.991
	Modo 9	20.991
	Modo 10	20.991
	Modo 11	20.991
	Modo 12	20.991
	Modo 13	20.991
	Modo 14	20.991
	Modo 15	20.991
	Modo 16	20.991
	Modo 17	20.991
	Modo 18	20.991
	Modo 19	47.274
	Modo 20	47.274
[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091
	Modo 2	17.091
	Modo 3	18.965
	Modo 4	18.965
	Modo 5	19.358
	Modo 6	19.358
	Modo 7	19.358
	Modo 8	19.358
	Modo 9	19.358

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 10	19.358
	Modo 11	19.358
	Modo 12	19.358
	Modo 13	19.358
	Modo 14	19.358
	Modo 15	19.358
	Modo 16	19.358
	Modo 17	19.358
	Modo 18	19.358
	Modo 19	47.717
	Modo 20	47.717
[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409
	Modo 2	17.409
	Modo 3	17.573
	Modo 4	17.573
	Modo 5	21.729
	Modo 6	21.729
	Modo 7	21.729
	Modo 8	21.729
	Modo 9	21.729
	Modo 10	21.729
	Modo 11	21.729
	Modo 12	21.729
	Modo 13	21.729
	Modo 14	21.729
	Modo 15	21.729
	Modo 16	21.729
	Modo 17	21.729
	Modo 18	21.729
	Modo 19	48.604
	Modo 20	48.604
[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229
	Modo 2	19.229
	Modo 3	19.461
	Modo 4	19.461
	Modo 5	25.021
	Modo 6	25.021
	Modo 7	25.021
	Modo 8	25.021
	Modo 9	25.021
	Modo 10	25.021
	Modo 11	25.021
	Modo 12	25.021
	Modo 13	25.021
	Modo 14	25.021
	Modo 15	25.021
	Modo 16	25.021

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 17	25.021
	Modo 18	25.021
	Modo 19	53.685
	Modo 20	53.685
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091
	Modo 2	18.091
	Modo 3	19.878
	Modo 4	19.878
	Modo 5	20.650
	Modo 6	20.650
	Modo 7	20.650
	Modo 8	20.650
	Modo 9	20.650
	Modo 10	20.650
	Modo 11	20.650
	Modo 12	20.650
	Modo 13	20.650
	Modo 14	20.650
	Modo 15	20.650
	Modo 16	20.650
	Modo 17	20.650
	Modo 18	20.650
	Modo 19	50.507
	Modo 20	50.507
[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577
	Modo 2	17.577
	Modo 3	19.411
	Modo 4	19.411
	Modo 5	19.983
	Modo 6	19.983
	Modo 7	19.983
	Modo 8	19.983
	Modo 9	19.983
	Modo 10	19.983
	Modo 11	19.983
	Modo 12	19.983
	Modo 13	19.983
	Modo 14	19.983
	Modo 15	19.983
	Modo 16	19.983
	Modo 17	19.983
	Modo 18	19.983
	Modo 19	49.072
	Modo 20	49.072

2.3.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N5/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087	33.738	Plano XY
		Modo 2	38.087	100.000	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	17.956	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.956	14.154	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	17.207	6.358	Plano XY
		Modo 4	17.207	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	18.965	100.000	Plano XY
		Modo 4	18.965	41.495	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	17.573	3.125	Plano XY
		Modo 4	17.573	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	3.625	Plano XY
		Modo 2	19.229	100.000	Plano XY
		Modo 19	53.685	100.000	Plano XZ
		Modo 20	53.685	81.942	Plano XZ
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	19.878	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.878	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	19.411	1.504	Plano XY
		Modo 4	19.411	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N6/N8	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	40.272	16.084	Plano XY
		Modo 4	40.272	100.000	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.913	0.0024	Plano XY
		Modo 19	50.011	63.751	Plano XZ
		Modo 20	50.011	0.341	Plano XZ
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933	36.068	Plano XY
		Modo 2	16.933	100.000	Plano XY
		Modo 19	47.274	64.059	Plano XZ
		Modo 20	47.274	100.000	Plano XZ
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091	18.698	Plano XY
		Modo 2	17.091	100.000	Plano XY
		Modo 19	47.717	38.642	Plano XZ
		Modo 20	47.717	64.009	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.409	52.071	Plano XY
		Modo 19	48.604	63.909	Plano XZ
		Modo 20	48.604	100.000	Plano XZ
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.461	49.968	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091	22.296	Plano XY
		Modo 2	18.091	100.000	Plano XY
		Modo 19	50.507	100.000	Plano XZ
		Modo 20	50.507	63.696	Plano XZ
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.577	100.000	Plano XY
		Modo 19	49.072	63.857	Plano XZ
		Modo 20	49.072	0.000240	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N13/N14	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	4.289	Plano XY
		Modo 6	22.519	2.335	Plano XY
		Modo 7	22.519	15.185	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.0034	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.125	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.0097	Plano XY
		Modo 11	22.519	38.455	Plano XY
		Modo 12	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 13	22.519	31.605	Plano XY
		Modo 14	22.519	20.760	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.0159	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0339	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.0633	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.0646	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	4.497	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.0100	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.551	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	20.991	0.308	Plano XY
		Modo 9	20.991	39.377	Plano XY
		Modo 10	20.991	10.431	Plano XY
		Modo 11	20.991	18.613	Plano XY
		Modo 12	20.991	1.680	Plano XY
		Modo 13	20.991	22.081	Plano XY
		Modo 14	20.991	21.170	Plano XY
		Modo 15	20.991	19.717	Plano XY
		Modo 16	20.991	74.209	Plano XY
		Modo 17	20.991	9.822	Plano XY
		Modo 18	20.991	21.473	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0291	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.404	Plano XY
		Modo 7	19.358	6.509	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0020	Plano XY
		Modo 9	19.358	10.621	Plano XY
		Modo 10	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 11	19.358	31.059	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.508	Plano XY
		Modo 13	19.358	4.218	Plano XY
		Modo 14	19.358	3.800	Plano XY
		Modo 15	19.358	4.238	Plano XY
		Modo 16	19.358	17.968	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.632	Plano XY
		Modo 18	19.358	3.080	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	75.942	Plano XY
		Modo 6	21.729	27.312	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.391	Plano XY
		Modo 8	21.729	6.200	Plano XY
		Modo 9	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 10	21.729	20.139	Plano XY
		Modo 11	21.729	9.593	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.777	Plano XY
		Modo 13	21.729	23.939	Plano XY
		Modo 14	21.729	10.973	Plano XY
		Modo 15	21.729	13.681	Plano XY
		Modo 16	21.729	4.995	Plano XY
		Modo 17	21.729	1.497	Plano XY
		Modo 18	21.729	1.289	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	7.856	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.980	Plano XY
		Modo 7	25.021	2.895	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0531	Plano XY
		Modo 9	25.021	1.120	Plano XY
		Modo 10	25.021	10.651	Plano XY
		Modo 11	25.021	8.974	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 12	25.021	1.711	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.0524	Plano XY
		Modo 14	25.021	4.202	Plano XY
		Modo 15	25.021	8.699	Plano XY
		Modo 16	25.021	5.203	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0231	Plano XY
		Modo 18	25.021	1.585	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	15.671	Plano XY
		Modo 6	20.650	2.030	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.722	Plano XY
		Modo 8	20.650	7.912	Plano XY
		Modo 9	20.650	5.087	Plano XY
		Modo 10	20.650	4.727	Plano XY
		Modo 11	20.650	7.510	Plano XY
		Modo 12	20.650	20.879	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.748	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0918	Plano XY
		Modo 15	20.650	9.161	Plano XY
		Modo 16	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 17	20.650	25.637	Plano XY
		Modo 18	20.650	16.277	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	48.539	Plano XY
		Modo 6	19.983	4.981	Plano XY
		Modo 7	19.983	2.965	Plano XY
		Modo 8	19.983	5.918	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0710	Plano XY
		Modo 10	19.983	7.486	Plano XY
		Modo 11	19.983	16.637	Plano XY
		Modo 12	19.983	11.571	Plano XY
		Modo 13	19.983	4.232	Plano XY
		Modo 14	19.983	38.524	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.642	Plano XY
		Modo 16	19.983	25.193	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.857	Plano XY
		Modo 18	19.983	44.598	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N17/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	3.903	Plano XY
		Modo 6	22.519	15.498	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.0106	Plano XY
		Modo 8	22.519	19.212	Plano XY
		Modo 9	22.519	34.232	Plano XY
		Modo 10	22.519	8.174	Plano XY
		Modo 11	22.519	80.817	Plano XY
		Modo 12	22.519	1.238	Plano XY
		Modo 13	22.519	7.934	Plano XY
		Modo 14	22.519	36.906	Plano XY
		Modo 15	22.519	9.241	Plano XY
		Modo 16	22.519	7.032	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.265	Plano XY
		Modo 18	22.519	2.554	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	1.521	Plano XY
		Modo 6	20.991	1.565	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0921	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.233	Plano XY
		Modo 9	20.991	0.0481	Plano XY
		Modo 10	20.991	12.199	Plano XY
		Modo 11	20.991	1.261	Plano XY
		Modo 12	20.991	11.525	Plano XY
		Modo 13	20.991	0.640	Plano XY
		Modo 14	20.991	1.264	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.512	Plano XY
		Modo 16	20.991	1.251	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.205	Plano XY
		Modo 18	20.991	3.926	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0954	Plano XY
		Modo 6	19.358	47.752	Plano XY
		Modo 7	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.135	Plano XY
		Modo 9	19.358	11.996	Plano XY
		Modo 10	19.358	6.590	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.547	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.195	Plano XY
		Modo 13	19.358	3.977	Plano XY
		Modo 14	19.358	3.988	Plano XY
		Modo 15	19.358	2.266	Plano XY
		Modo 16	19.358	13.760	Plano XY
		Modo 17	19.358	33.881	Plano XY
		Modo 18	19.358	14.266	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	2.961	Plano XY
		Modo 6	21.729	1.916	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.036	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	21.729	17.774	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.685	Plano XY
		Modo 10	21.729	8.951	Plano XY
		Modo 11	21.729	32.030	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.279	Plano XY
		Modo 13	21.729	8.276	Plano XY
		Modo 14	21.729	22.502	Plano XY
		Modo 15	21.729	10.811	Plano XY
		Modo 16	21.729	2.268	Plano XY
		Modo 17	21.729	2.682	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0143	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	73.814	Plano XY
		Modo 6	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 7	25.021	75.724	Plano XY
		Modo 8	25.021	2.365	Plano XY
		Modo 9	25.021	5.392	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.449	Plano XY
		Modo 11	25.021	5.660	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.176	Plano XY
		Modo 13	25.021	10.389	Plano XY
		Modo 14	25.021	3.994	Plano XY
		Modo 15	25.021	26.543	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.405	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0333	Plano XY
		Modo 18	25.021	14.545	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	5.978	Plano XY
		Modo 6	20.650	9.707	Plano XY
		Modo 7	20.650	12.237	Plano XY
		Modo 8	20.650	16.749	Plano XY
		Modo 9	20.650	7.082	Plano XY
		Modo 10	20.650	3.043	Plano XY
		Modo 11	20.650	16.621	Plano XY
		Modo 12	20.650	33.569	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.729	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.427	Plano XY
		Modo 15	20.650	46.527	Plano XY
		Modo 16	20.650	13.873	Plano XY
		Modo 17	20.650	23.996	Plano XY
		Modo 18	20.650	16.168	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	60.298	Plano XY
		Modo 6	19.983	1.513	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.337	Plano XY
		Modo 8	19.983	8.888	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.385	Plano XY
		Modo 10	19.983	16.008	Plano XY
		Modo 11	19.983	28.945	Plano XY
		Modo 12	19.983	69.114	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	19.983	3.962	Plano XY
		Modo 14	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 15	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 16	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 17	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.943	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N18/N20	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N21/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	28.374	Plano XY
		Modo 6	22.519	5.983	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.356	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.762	Plano XY
		Modo 9	22.519	91.935	Plano XY
		Modo 10	22.519	5.422	Plano XY
		Modo 11	22.519	5.419	Plano XY
		Modo 12	22.519	1.406	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.154	Plano XY
		Modo 14	22.519	1.189	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.230	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.284	Plano XY
		Modo 17	22.519	57.916	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.0039	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	10.222	Plano XY
		Modo 6	20.991	13.591	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.110	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.237	Plano XY
		Modo 9	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 10	20.991	21.569	Plano XY
		Modo 11	20.991	49.012	Plano XY
		Modo 12	20.991	0.137	Plano XY
		Modo 13	20.991	31.769	Plano XY
		Modo 14	20.991	28.980	Plano XY
		Modo 15	20.991	35.824	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 17	20.991	21.162	Plano XY
		Modo 18	20.991	75.693	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	1.260	Plano XY
		Modo 6	19.358	87.300	Plano XY
		Modo 7	19.358	55.471	Plano XY
		Modo 8	19.358	8.311	Plano XY
		Modo 9	19.358	9.409	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.145	Plano XY
		Modo 11	19.358	3.608	Plano XY
		Modo 12	19.358	26.869	Plano XY
		Modo 13	19.358	28.485	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0252	Plano XY
		Modo 15	19.358	7.341	Plano XY
		Modo 16	19.358	47.600	Plano XY
		Modo 17	19.358	47.101	Plano XY
		Modo 18	19.358	5.866	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	32.083	Plano XY
		Modo 6	21.729	11.003	Plano XY
		Modo 7	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 8	21.729	1.011	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.138	Plano XY
		Modo 10	21.729	2.562	Plano XY
		Modo 11	21.729	1.433	Plano XY
		Modo 12	21.729	4.453	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.790	Plano XY
		Modo 14	21.729	13.285	Plano XY
		Modo 15	21.729	13.268	Plano XY
		Modo 16	21.729	27.692	Plano XY
		Modo 17	21.729	40.187	Plano XY
		Modo 18	21.729	55.936	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.136	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.103	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.237	Plano XY
		Modo 8	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.021	22.244	Plano XY
		Modo 10	25.021	21.423	Plano XY
		Modo 11	25.021	17.359	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.903	Plano XY
		Modo 13	25.021	40.425	Plano XY
		Modo 14	25.021	28.516	Plano XY
		Modo 15	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 16	25.021	2.514	Plano XY
		Modo 17	25.021	3.697	Plano XY
		Modo 18	25.021	18.870	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.922	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 7	20.650	40.571	Plano XY
		Modo 8	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 9	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 10	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 11	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 12	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 13	20.650	2.086	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.198	Plano XY
		Modo 15	20.650	20.630	Plano XY
		Modo 16	20.650	2.788	Plano XY
		Modo 17	20.650	23.860	Plano XY
		Modo 18	20.650	51.339	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.484	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.129	Plano XY
		Modo 7	19.983	1.406	Plano XY
		Modo 8	19.983	3.027	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.267	Plano XY
		Modo 10	19.983	3.834	Plano XY
		Modo 11	19.983	1.172	Plano XY
		Modo 12	19.983	63.329	Plano XY
		Modo 13	19.983	28.463	Plano XY
		Modo 14	19.983	4.511	Plano XY
		Modo 15	19.983	39.465	Plano XY
		Modo 16	19.983	2.329	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0377	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0140	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N22/N24	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N25/N26	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.305	Plano XY
		Modo 6	22.519	0.453	Plano XY
		Modo 7	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.303	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 9	22.519	1.856	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.769	Plano XY
		Modo 11	22.519	22.583	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.168	Plano XY
		Modo 13	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 14	22.519	44.917	Plano XY
		Modo 15	22.519	2.551	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.766	Plano XY
		Modo 17	22.519	5.826	Plano XY
		Modo 18	22.519	4.269	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	2.710	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.243	Plano XY
		Modo 7	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 8	20.991	15.584	Plano XY
		Modo 9	20.991	3.981	Plano XY
		Modo 10	20.991	56.244	Plano XY
		Modo 11	20.991	22.057	Plano XY
		Modo 12	20.991	12.565	Plano XY
		Modo 13	20.991	26.486	Plano XY
		Modo 14	20.991	23.525	Plano XY
		Modo 15	20.991	17.870	Plano XY
		Modo 16	20.991	3.368	Plano XY
		Modo 17	20.991	6.046	Plano XY
		Modo 18	20.991	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.994	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.540	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.718	Plano XY
		Modo 8	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 9	19.358	36.327	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.957	Plano XY
		Modo 11	19.358	11.132	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0224	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.298	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.372	Plano XY
		Modo 15	19.358	0.254	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.109	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.0289	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.297	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.121	Plano XY
		Modo 6	21.729	0.0054	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.983	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.419	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.992	Plano XY
		Modo 10	21.729	0.0329	Plano XY
		Modo 11	21.729	16.505	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.544	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	21.729	10.252	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.987	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.273	Plano XY
		Modo 16	21.729	0.553	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.176	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0325	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	3.026	Plano XY
		Modo 6	25.021	1.665	Plano XY
		Modo 7	25.021	2.440	Plano XY
		Modo 8	25.021	1.477	Plano XY
		Modo 9	25.021	9.608	Plano XY
		Modo 10	25.021	3.534	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.374	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.0060	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.675	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.296	Plano XY
		Modo 15	25.021	2.864	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0086	Plano XY
		Modo 17	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.331	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	1.154	Plano XY
		Modo 6	20.650	27.886	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.209	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.000	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.763	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.527	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.930	Plano XY
		Modo 12	20.650	0.0043	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0177	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0803	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.113	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.0025	Plano XY
		Modo 17	20.650	1.441	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.202	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.413	Plano XY
		Modo 6	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 7	19.983	7.472	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.289	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.105	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.0635	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.837	Plano XY
		Modo 12	19.983	10.790	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.299	Plano XY
		Modo 14	19.983	28.860	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.358	Plano XY
		Modo 16	19.983	16.841	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0315	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	19.983	0.529	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N26/N28	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N29/N30	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	6.045	Plano XY
		Modo 6	22.519	7.482	Plano XY
		Modo 7	22.519	91.689	Plano XY
		Modo 8	22.519	2.003	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.301	Plano XY
		Modo 10	22.519	2.112	Plano XY
		Modo 11	22.519	0.0030	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.0201	Plano XY
		Modo 13	22.519	3.975	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.731	Plano XY
		Modo 15	22.519	1.183	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.177	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.000024	Plano XY
		Modo 18	22.519	1.409	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 6	20.991	36.612	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0753	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.875	Plano XY
		Modo 9	20.991	7.812	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.000315	Plano XY
		Modo 11	20.991	17.894	Plano XY
		Modo 12	20.991	30.123	Plano XY
		Modo 13	20.991	26.799	Plano XY
		Modo 14	20.991	27.358	Plano XY
		Modo 15	20.991	25.189	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.230	Plano XY
		Modo 17	20.991	3.808	Plano XY
		Modo 18	20.991	5.120	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	11.736	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	19.358	39.657	Plano XY
		Modo 7	19.358	39.240	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 9	19.358	11.276	Plano XY
		Modo 10	19.358	43.718	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.185	Plano XY
		Modo 12	19.358	97.972	Plano XY
		Modo 13	19.358	6.130	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.169	Plano XY
		Modo 15	19.358	54.408	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.0011	Plano XY
		Modo 17	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 18	19.358	4.525	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	61.027	Plano XY
		Modo 6	21.729	10.541	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.187	Plano XY
		Modo 8	21.729	4.149	Plano XY
		Modo 9	21.729	6.099	Plano XY
		Modo 10	21.729	8.667	Plano XY
		Modo 11	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.441	Plano XY
		Modo 13	21.729	5.195	Plano XY
		Modo 14	21.729	91.469	Plano XY
		Modo 15	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 16	21.729	30.288	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.0540	Plano XY
		Modo 18	21.729	50.979	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	1.340	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.826	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.205	Plano XY
		Modo 8	25.021	9.062	Plano XY
		Modo 9	25.021	80.474	Plano XY
		Modo 10	25.021	89.040	Plano XY
		Modo 11	25.021	7.360	Plano XY
		Modo 12	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 13	25.021	78.642	Plano XY
		Modo 14	25.021	6.156	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.0786	Plano XY
		Modo 16	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0052	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.176	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.185	Plano XY
		Modo 6	20.650	38.684	Plano XY
		Modo 7	20.650	28.368	Plano XY
		Modo 8	20.650	24.235	Plano XY
		Modo 9	20.650	33.037	Plano XY
		Modo 10	20.650	39.675	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 11	20.650	10.126	Plano XY
		Modo 12	20.650	5.041	Plano XY
		Modo 13	20.650	1.313	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.767	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.300	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.0016	Plano XY
		Modo 17	20.650	1.341	Plano XY
		Modo 18	20.650	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0183	Plano XY
		Modo 6	19.983	3.248	Plano XY
		Modo 7	19.983	51.686	Plano XY
		Modo 8	19.983	1.647	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0471	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.297	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.231	Plano XY
		Modo 12	19.983	15.612	Plano XY
		Modo 13	19.983	6.114	Plano XY
		Modo 14	19.983	16.571	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0622	Plano XY
		Modo 16	19.983	22.313	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0226	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.413	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N30/N32	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N33/N34	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	26.532	Plano XY
		Modo 6	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.766	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.695	Plano XY
		Modo 9	22.519	1.757	Plano XY
		Modo 10	22.519	56.523	Plano XY
		Modo 11	22.519	46.052	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.669	Plano XY
		Modo 13	22.519	18.570	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 14	22.519	40.018	Plano XY
		Modo 15	22.519	19.985	Plano XY
		Modo 16	22.519	1.433	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.0356	Plano XY
		Modo 18	22.519	13.653	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	1.835	Plano XY
		Modo 6	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 7	20.991	10.733	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.0489	Plano XY
		Modo 9	20.991	2.323	Plano XY
		Modo 10	20.991	31.229	Plano XY
		Modo 11	20.991	4.177	Plano XY
		Modo 12	20.991	2.395	Plano XY
		Modo 13	20.991	1.391	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.0427	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0612	Plano XY
		Modo 16	20.991	17.989	Plano XY
		Modo 17	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.873	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.888	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.730	Plano XY
		Modo 7	19.358	10.015	Plano XY
		Modo 8	19.358	1.080	Plano XY
		Modo 9	19.358	17.191	Plano XY
		Modo 10	19.358	2.392	Plano XY
		Modo 11	19.358	6.933	Plano XY
		Modo 12	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 13	19.358	26.748	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0180	Plano XY
		Modo 15	19.358	63.986	Plano XY
		Modo 16	19.358	4.144	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.546	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.153	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	17.358	Plano XY
		Modo 6	21.729	18.061	Plano XY
		Modo 7	21.729	9.349	Plano XY
		Modo 8	21.729	1.332	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.107	Plano XY
		Modo 10	21.729	16.034	Plano XY
		Modo 11	21.729	67.424	Plano XY
		Modo 12	21.729	37.549	Plano XY
		Modo 13	21.729	40.473	Plano XY
		Modo 14	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 15	21.729	98.157	Plano XY
		Modo 16	21.729	30.463	Plano XY
		Modo 17	21.729	3.859	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	21.729	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	64.706	Plano XY
		Modo 6	25.021	26.663	Plano XY
		Modo 7	25.021	35.189	Plano XY
		Modo 8	25.021	27.505	Plano XY
		Modo 9	25.021	24.632	Plano XY
		Modo 10	25.021	15.511	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.133	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.0657	Plano XY
		Modo 13	25.021	25.975	Plano XY
		Modo 14	25.021	26.793	Plano XY
		Modo 15	25.021	1.682	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.373	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.679	Plano XY
		Modo 18	25.021	33.040	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	3.369	Plano XY
		Modo 6	20.650	8.393	Plano XY
		Modo 7	20.650	1.219	Plano XY
		Modo 8	20.650	7.103	Plano XY
		Modo 9	20.650	5.517	Plano XY
		Modo 10	20.650	4.473	Plano XY
		Modo 11	20.650	17.088	Plano XY
		Modo 12	20.650	1.716	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.594	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0702	Plano XY
		Modo 15	20.650	68.383	Plano XY
		Modo 16	20.650	22.750	Plano XY
		Modo 17	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.387	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	18.512	Plano XY
		Modo 6	19.983	83.250	Plano XY
		Modo 7	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.983	3.498	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.704	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.686	Plano XY
		Modo 11	19.983	3.155	Plano XY
		Modo 12	19.983	27.700	Plano XY
		Modo 13	19.983	26.705	Plano XY
		Modo 14	19.983	5.795	Plano XY
		Modo 15	19.983	1.197	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.809	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.786	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.799	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N34/N36	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N37/N38	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 6	22.519	47.769	Plano XY
		Modo 7	22.519	12.385	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.333	Plano XY
		Modo 9	22.519	53.679	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.0543	Plano XY
		Modo 11	22.519	2.401	Plano XY
		Modo 12	22.519	14.245	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.0292	Plano XY
		Modo 14	22.519	57.200	Plano XY
		Modo 15	22.519	9.335	Plano XY
		Modo 16	22.519	4.688	Plano XY
		Modo 17	22.519	54.196	Plano XY
		Modo 18	22.519	2.923	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	35.593	Plano XY
		Modo 6	20.991	21.341	Plano XY
		Modo 7	20.991	21.738	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.234	Plano XY
		Modo 9	20.991	15.507	Plano XY
		Modo 10	20.991	6.455	Plano XY
		Modo 11	20.991	21.311	Plano XY
		Modo 12	20.991	38.490	Plano XY
		Modo 13	20.991	46.800	Plano XY
		Modo 14	20.991	40.988	Plano XY
		Modo 15	20.991	34.744	Plano XY
		Modo 16	20.991	50.236	Plano XY
		Modo 17	20.991	4.357	Plano XY
		Modo 18	20.991	39.609	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	5.284	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.0823	Plano XY
		Modo 7	19.358	15.810	Plano XY
		Modo 8	19.358	4.726	Plano XY
		Modo 9	19.358	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 10	19.358	55.190	Plano XY
		Modo 11	19.358	3.295	Plano XY
		Modo 12	19.358	30.373	Plano XY
		Modo 13	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 14	19.358	6.134	Plano XY
		Modo 15	19.358	9.179	Plano XY
		Modo 16	19.358	4.301	Plano XY
		Modo 17	19.358	25.186	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.541	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.0677	Plano XY
		Modo 6	21.729	4.336	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.224	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.0090	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.447	Plano XY
		Modo 10	21.729	0.744	Plano XY
		Modo 11	21.729	69.776	Plano XY
		Modo 12	21.729	1.264	Plano XY
		Modo 13	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.632	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.131	Plano XY
		Modo 16	21.729	31.045	Plano XY
		Modo 17	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 18	21.729	36.102	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.021	84.533	Plano XY
		Modo 7	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.197	Plano XY
		Modo 9	25.021	23.204	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.453	Plano XY
		Modo 11	25.021	21.933	Plano XY
		Modo 12	25.021	2.173	Plano XY
		Modo 13	25.021	85.230	Plano XY
		Modo 14	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 15	25.021	9.141	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.146	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.441	Plano XY
		Modo 18	25.021	65.744	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.102	Plano XY
		Modo 6	20.650	42.217	Plano XY
		Modo 7	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.609	Plano XY
		Modo 9	20.650	22.051	Plano XY
		Modo 10	20.650	50.756	Plano XY
		Modo 11	20.650	17.852	Plano XY
		Modo 12	20.650	52.973	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.291	Plano XY
		Modo 14	20.650	1.124	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 15	20.650	7.275	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.448	Plano XY
		Modo 17	20.650	13.429	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0243	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 6	19.983	19.210	Plano XY
		Modo 7	19.983	7.056	Plano XY
		Modo 8	19.983	2.086	Plano XY
		Modo 9	19.983	22.029	Plano XY
		Modo 10	19.983	23.670	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.774	Plano XY
		Modo 12	19.983	73.929	Plano XY
		Modo 13	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 14	19.983	4.119	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0429	Plano XY
		Modo 16	19.983	9.248	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0484	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.131	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N38/N40	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N41/N42	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	2.406	Plano XY
		Modo 6	22.519	23.913	Plano XY
		Modo 7	22.519	13.240	Plano XY
		Modo 8	22.519	2.306	Plano XY
		Modo 9	22.519	7.547	Plano XY
		Modo 10	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 11	22.519	22.981	Plano XY
		Modo 12	22.519	2.478	Plano XY
		Modo 13	22.519	13.453	Plano XY
		Modo 14	22.519	11.509	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.446	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0360	Plano XY
		Modo 17	22.519	1.535	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	22.519	26.753	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.327	Plano XY
		Modo 6	20.991	2.154	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0199	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.218	Plano XY
		Modo 9	20.991	63.540	Plano XY
		Modo 10	20.991	36.675	Plano XY
		Modo 11	20.991	0.304	Plano XY
		Modo 12	20.991	8.917	Plano XY
		Modo 13	20.991	2.056	Plano XY
		Modo 14	20.991	1.669	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0967	Plano XY
		Modo 16	20.991	11.832	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.000727	Plano XY
		Modo 18	20.991	47.453	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 6	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 7	19.358	4.761	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.532	Plano XY
		Modo 9	19.358	30.586	Plano XY
		Modo 10	19.358	1.762	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.536	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.625	Plano XY
		Modo 13	19.358	2.417	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.495	Plano XY
		Modo 15	19.358	5.245	Plano XY
		Modo 16	19.358	21.949	Plano XY
		Modo 17	19.358	8.936	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.0479	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	94.087	Plano XY
		Modo 6	21.729	46.999	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.318	Plano XY
		Modo 8	21.729	24.923	Plano XY
		Modo 9	21.729	42.602	Plano XY
		Modo 10	21.729	1.057	Plano XY
		Modo 11	21.729	95.326	Plano XY
		Modo 12	21.729	23.836	Plano XY
		Modo 13	21.729	12.349	Plano XY
		Modo 14	21.729	2.762	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.173	Plano XY
		Modo 16	21.729	1.838	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.0113	Plano XY
		Modo 18	21.729	23.746	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	59.178	Plano XY
		Modo 6	25.021	21.898	Plano XY
		Modo 7	25.021	16.756	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	25.021	0.318	Plano XY
		Modo 9	25.021	16.398	Plano XY
		Modo 10	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 11	25.021	9.527	Plano XY
		Modo 12	25.021	24.685	Plano XY
		Modo 13	25.021	4.241	Plano XY
		Modo 14	25.021	2.423	Plano XY
		Modo 15	25.021	42.243	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0042	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0334	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.767	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.169	Plano XY
		Modo 6	20.650	0.531	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.724	Plano XY
		Modo 8	20.650	0.0168	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.111	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.282	Plano XY
		Modo 11	20.650	1.132	Plano XY
		Modo 12	20.650	3.467	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0041	Plano XY
		Modo 14	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 15	20.650	16.207	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.301	Plano XY
		Modo 17	20.650	2.300	Plano XY
		Modo 18	20.650	1.267	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	1.644	Plano XY
		Modo 6	19.983	2.411	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.627	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.0682	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0025	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.786	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.906	Plano XY
		Modo 12	19.983	11.688	Plano XY
		Modo 13	19.983	2.414	Plano XY
		Modo 14	19.983	0.0051	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0412	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.689	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0289	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0535	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N42/N44	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N45/N46	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.000667	Plano XY
		Modo 6	22.519	0.0012	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.000105	Plano XY
		Modo 8	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.0079	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.000114	Plano XY
		Modo 11	22.519	3.668	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.0504	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.000357	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.0022	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.000716	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.000029	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.000147	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.000014	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.0054	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.685	Plano XY
		Modo 8	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 9	20.991	1.376	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.000009	Plano XY
		Modo 11	20.991	0.0020	Plano XY
		Modo 12	20.991	1.473	Plano XY
		Modo 13	20.991	0.0420	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.0053	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0036	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.0274	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.000584	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.0231	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.000117	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.0058	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.000120	Plano XY
		Modo 9	19.358	0.0273	Plano XY
		Modo 10	19.358	1.290	Plano XY
		Modo 11	19.358	2.920	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0017	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.000662	Plano XY
		Modo 14	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 15	19.358	39.393	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.0011	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.0254	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.0702	Plano XY
		Modo 6	21.729	0.0532	Plano XY
		Modo 7	21.729	0.255	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.595	Plano XY
		Modo 9	21.729	24.637	Plano XY
		Modo 10	21.729	5.215	Plano XY
		Modo 11	21.729	44.776	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.367	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.766	Plano XY
		Modo 14	21.729	43.186	Plano XY
		Modo 15	21.729	49.890	Plano XY
		Modo 16	21.729	14.662	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.000040	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0095	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.0403	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.0321	Plano XY
		Modo 7	25.021	20.393	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0073	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.136	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.0478	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.0907	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.116	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.0023	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.000662	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.000697	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0013	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0349	Plano XY
		Modo 18	25.021	86.685	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 6	20.650	0.646	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.250	Plano XY
		Modo 8	20.650	0.0023	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.000685	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.0011	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.0038	Plano XY
		Modo 12	20.650	0.0405	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.122	Plano XY
		Modo 14	20.650	1.364	Plano XY
		Modo 15	20.650	4.025	Plano XY
		Modo 16	20.650	22.579	Plano XY
		Modo 17	20.650	17.032	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0062	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0072	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.0156	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 7	19.983	0.812	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.0069	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.000122	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.0021	Plano XY
		Modo 11	19.983	5.280	Plano XY
		Modo 12	19.983	0.229	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.000663	Plano XY
		Modo 14	19.983	0.0459	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0263	Plano XY
		Modo 16	19.983	11.027	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.000020	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0425	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N46/N48	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N49/N50	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	5.745	Plano XY
		Modo 6	22.519	2.309	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.615	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.725	Plano XY
		Modo 9	22.519	72.636	Plano XY
		Modo 10	22.519	4.779	Plano XY
		Modo 11	22.519	7.392	Plano XY
		Modo 12	22.519	4.254	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.0307	Plano XY
		Modo 14	22.519	28.101	Plano XY
		Modo 15	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 16	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 17	22.519	1.847	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.962	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	32.708	Plano XY
		Modo 6	20.991	68.661	Plano XY
		Modo 7	20.991	79.782	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.246	Plano XY
		Modo 9	20.991	71.359	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 10	20.991	86.055	Plano XY
		Modo 11	20.991	7.465	Plano XY
		Modo 12	20.991	49.179	Plano XY
		Modo 13	20.991	2.090	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.775	Plano XY
		Modo 15	20.991	1.349	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.146	Plano XY
		Modo 17	20.991	5.116	Plano XY
		Modo 18	20.991	16.353	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.608	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.580	Plano XY
		Modo 7	19.358	85.668	Plano XY
		Modo 8	19.358	1.758	Plano XY
		Modo 9	19.358	29.428	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.0166	Plano XY
		Modo 11	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0159	Plano XY
		Modo 13	19.358	5.778	Plano XY
		Modo 14	19.358	6.948	Plano XY
		Modo 15	19.358	1.335	Plano XY
		Modo 16	19.358	6.987	Plano XY
		Modo 17	19.358	4.199	Plano XY
		Modo 18	19.358	1.153	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.651	Plano XY
		Modo 6	21.729	49.682	Plano XY
		Modo 7	21.729	12.272	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.256	Plano XY
		Modo 9	21.729	8.174	Plano XY
		Modo 10	21.729	11.004	Plano XY
		Modo 11	21.729	29.494	Plano XY
		Modo 12	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.518	Plano XY
		Modo 14	21.729	4.654	Plano XY
		Modo 15	21.729	3.139	Plano XY
		Modo 16	21.729	0.0830	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.242	Plano XY
		Modo 18	21.729	9.960	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	33.713	Plano XY
		Modo 6	25.021	7.935	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.337	Plano XY
		Modo 8	25.021	1.669	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.261	Plano XY
		Modo 10	25.021	9.647	Plano XY
		Modo 11	25.021	7.074	Plano XY
		Modo 12	25.021	4.716	Plano XY
		Modo 13	25.021	4.837	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 14	25.021	5.785	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.123	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0457	Plano XY
		Modo 17	25.021	1.045	Plano XY
		Modo 18	25.021	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	20.588	Plano XY
		Modo 6	20.650	2.752	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.209	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.276	Plano XY
		Modo 9	20.650	1.340	Plano XY
		Modo 10	20.650	1.605	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.0429	Plano XY
		Modo 12	20.650	4.881	Plano XY
		Modo 13	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.087	Plano XY
		Modo 15	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.123	Plano XY
		Modo 17	20.650	65.355	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.000110	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	85.814	Plano XY
		Modo 6	19.983	34.629	Plano XY
		Modo 7	19.983	49.982	Plano XY
		Modo 8	19.983	23.858	Plano XY
		Modo 9	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 10	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 11	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 12	19.983	35.411	Plano XY
		Modo 13	19.983	5.772	Plano XY
		Modo 14	19.983	20.998	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.963	Plano XY
		Modo 16	19.983	3.686	Plano XY
		Modo 17	19.983	10.350	Plano XY
		Modo 18	19.983	1.943	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N50/N52	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N53/N54	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	12.768	Plano XY
		Modo 6	22.519	5.472	Plano XY
		Modo 7	22.519	1.322	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.118	Plano XY
		Modo 9	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.204	Plano XY
		Modo 11	22.519	1.068	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.180	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.508	Plano XY
		Modo 14	22.519	57.489	Plano XY
		Modo 15	22.519	21.874	Plano XY
		Modo 16	22.519	6.987	Plano XY
		Modo 17	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.167	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	13.700	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.373	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.388	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.0352	Plano XY
		Modo 9	20.991	11.106	Plano XY
		Modo 10	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 11	20.991	13.107	Plano XY
		Modo 12	20.991	85.384	Plano XY
		Modo 13	20.991	11.111	Plano XY
		Modo 14	20.991	6.510	Plano XY
		Modo 15	20.991	6.533	Plano XY
		Modo 16	20.991	11.808	Plano XY
		Modo 17	20.991	3.687	Plano XY
		Modo 18	20.991	16.315	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0145	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.0198	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.0156	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 9	19.358	0.0214	Plano XY
		Modo 10	19.358	5.488	Plano XY
		Modo 11	19.358	32.201	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.141	Plano XY
		Modo 13	19.358	12.885	Plano XY
		Modo 14	19.358	55.372	Plano XY
		Modo 15	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.0487	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.522	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.000008	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	11.235	Plano XY
		Modo 6	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.815	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	21.729	0.818	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.740	Plano XY
		Modo 10	21.729	4.486	Plano XY
		Modo 11	21.729	11.122	Plano XY
		Modo 12	21.729	42.900	Plano XY
		Modo 13	21.729	8.558	Plano XY
		Modo 14	21.729	11.548	Plano XY
		Modo 15	21.729	18.629	Plano XY
		Modo 16	21.729	17.918	Plano XY
		Modo 17	21.729	2.700	Plano XY
		Modo 18	21.729	24.168	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	72.425	Plano XY
		Modo 6	25.021	94.973	Plano XY
		Modo 7	25.021	83.798	Plano XY
		Modo 8	25.021	14.820	Plano XY
		Modo 9	25.021	39.957	Plano XY
		Modo 10	25.021	18.087	Plano XY
		Modo 11	25.021	1.841	Plano XY
		Modo 12	25.021	3.860	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.757	Plano XY
		Modo 14	25.021	12.927	Plano XY
		Modo 15	25.021	13.061	Plano XY
		Modo 16	25.021	3.902	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0039	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.851	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	7.247	Plano XY
		Modo 6	20.650	23.613	Plano XY
		Modo 7	20.650	42.619	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.695	Plano XY
		Modo 9	20.650	13.507	Plano XY
		Modo 10	20.650	9.787	Plano XY
		Modo 11	20.650	4.264	Plano XY
		Modo 12	20.650	9.104	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.346	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0235	Plano XY
		Modo 15	20.650	7.621	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.850	Plano XY
		Modo 17	20.650	53.956	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0219	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.221	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.851	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.0425	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.715	Plano XY
		Modo 9	19.983	12.882	Plano XY
		Modo 10	19.983	1.121	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.794	Plano XY
		Modo 12	19.983	23.327	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	19.983	12.862	Plano XY
		Modo 14	19.983	24.584	Plano XY
		Modo 15	19.983	28.767	Plano XY
		Modo 16	19.983	18.321	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0964	Plano XY
		Modo 18	19.983	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N54/N56	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N57/N58	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.431	Plano XY
		Modo 6	22.519	92.162	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.431	Plano XY
		Modo 8	22.519	3.700	Plano XY
		Modo 9	22.519	4.114	Plano XY
		Modo 10	22.519	4.980	Plano XY
		Modo 11	22.519	0.118	Plano XY
		Modo 12	22.519	5.984	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.599	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.102	Plano XY
		Modo 15	22.519	12.886	Plano XY
		Modo 16	22.519	3.112	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.619	Plano XY
		Modo 18	22.519	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.0148	Plano XY
		Modo 6	20.991	2.512	Plano XY
		Modo 7	20.991	2.300	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.330	Plano XY
		Modo 9	20.991	1.164	Plano XY
		Modo 10	20.991	14.387	Plano XY
		Modo 11	20.991	7.905	Plano XY
		Modo 12	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 13	20.991	16.796	Plano XY
		Modo 14	20.991	14.210	Plano XY
		Modo 15	20.991	6.868	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	20.991	12.071	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.294	Plano XY
		Modo 18	20.991	10.439	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.445	Plano XY
		Modo 6	19.358	9.413	Plano XY
		Modo 7	19.358	12.173	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0849	Plano XY
		Modo 9	19.358	5.113	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.438	Plano XY
		Modo 11	19.358	7.297	Plano XY
		Modo 12	19.358	6.619	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.383	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.119	Plano XY
		Modo 15	19.358	9.552	Plano XY
		Modo 16	19.358	17.544	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.716	Plano XY
		Modo 18	19.358	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	56.902	Plano XY
		Modo 6	21.729	20.597	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.884	Plano XY
		Modo 8	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.828	Plano XY
		Modo 10	21.729	4.312	Plano XY
		Modo 11	21.729	6.555	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.653	Plano XY
		Modo 13	21.729	1.382	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.165	Plano XY
		Modo 15	21.729	0.274	Plano XY
		Modo 16	21.729	1.017	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.000016	Plano XY
		Modo 18	21.729	3.337	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.110	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.571	Plano XY
		Modo 7	25.021	1.965	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0612	Plano XY
		Modo 9	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 10	25.021	2.505	Plano XY
		Modo 11	25.021	3.015	Plano XY
		Modo 12	25.021	1.900	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.305	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.371	Plano XY
		Modo 15	25.021	1.355	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.183	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0084	Plano XY
		Modo 18	25.021	5.689	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	1.485	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	20.650	0.269	Plano XY
		Modo 7	20.650	1.179	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.061	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.0587	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.988	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.422	Plano XY
		Modo 12	20.650	5.044	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.236	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.692	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.809	Plano XY
		Modo 16	20.650	6.386	Plano XY
		Modo 17	20.650	21.132	Plano XY
		Modo 18	20.650	50.142	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0135	Plano XY
		Modo 6	19.983	12.093	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.0046	Plano XY
		Modo 8	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 9	19.983	12.095	Plano XY
		Modo 10	19.983	6.640	Plano XY
		Modo 11	19.983	45.080	Plano XY
		Modo 12	19.983	7.268	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.392	Plano XY
		Modo 14	19.983	1.339	Plano XY
		Modo 15	19.983	4.513	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.797	Plano XY
		Modo 17	19.983	1.970	Plano XY
		Modo 18	19.983	12.960	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N58/N60	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N61/N62	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	84.372	Plano XY
		Modo 6	22.519	37.817	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.670	Plano XY
		Modo 8	22.519	7.400	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 9	22.519	0.174	Plano XY
		Modo 10	22.519	14.359	Plano XY
		Modo 11	22.519	29.421	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.424	Plano XY
		Modo 13	22.519	25.351	Plano XY
		Modo 14	22.519	2.464	Plano XY
		Modo 15	22.519	7.663	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0107	Plano XY
		Modo 17	22.519	12.993	Plano XY
		Modo 18	22.519	26.577	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	8.470	Plano XY
		Modo 6	20.991	56.038	Plano XY
		Modo 7	20.991	4.950	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.131	Plano XY
		Modo 9	20.991	4.263	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.394	Plano XY
		Modo 11	20.991	2.356	Plano XY
		Modo 12	20.991	10.105	Plano XY
		Modo 13	20.991	15.469	Plano XY
		Modo 14	20.991	17.101	Plano XY
		Modo 15	20.991	12.031	Plano XY
		Modo 16	20.991	20.056	Plano XY
		Modo 17	20.991	47.100	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.112	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.380	Plano XY
		Modo 6	19.358	62.655	Plano XY
		Modo 7	19.358	26.193	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.177	Plano XY
		Modo 9	19.358	57.132	Plano XY
		Modo 10	19.358	20.952	Plano XY
		Modo 11	19.358	2.156	Plano XY
		Modo 12	19.358	6.447	Plano XY
		Modo 13	19.358	84.679	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0202	Plano XY
		Modo 15	19.358	4.856	Plano XY
		Modo 16	19.358	52.752	Plano XY
		Modo 17	19.358	13.137	Plano XY
		Modo 18	19.358	2.365	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 6	21.729	63.858	Plano XY
		Modo 7	21.729	57.877	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.0752	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.684	Plano XY
		Modo 10	21.729	5.520	Plano XY
		Modo 11	21.729	73.275	Plano XY
		Modo 12	21.729	5.717	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	21.729	86.386	Plano XY
		Modo 14	21.729	48.383	Plano XY
		Modo 15	21.729	73.117	Plano XY
		Modo 16	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 17	21.729	72.061	Plano XY
		Modo 18	21.729	13.539	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.267	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.139	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.202	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0259	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.298	Plano XY
		Modo 10	25.021	3.993	Plano XY
		Modo 11	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 12	25.021	40.042	Plano XY
		Modo 13	25.021	13.983	Plano XY
		Modo 14	25.021	84.787	Plano XY
		Modo 15	25.021	48.549	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0430	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.166	Plano XY
		Modo 18	25.021	3.159	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.0801	Plano XY
		Modo 6	20.650	1.183	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.188	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.584	Plano XY
		Modo 9	20.650	1.103	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.891	Plano XY
		Modo 11	20.650	2.719	Plano XY
		Modo 12	20.650	54.311	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0084	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.885	Plano XY
		Modo 15	20.650	86.008	Plano XY
		Modo 16	20.650	4.457	Plano XY
		Modo 17	20.650	87.405	Plano XY
		Modo 18	20.650	9.480	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	3.631	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.170	Plano XY
		Modo 7	19.983	2.144	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.610	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0987	Plano XY
		Modo 10	19.983	25.766	Plano XY
		Modo 11	19.983	3.345	Plano XY
		Modo 12	19.983	52.696	Plano XY
		Modo 13	19.983	84.619	Plano XY
		Modo 14	19.983	7.423	Plano XY
		Modo 15	19.983	5.082	Plano XY
		Modo 16	19.983	3.862	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0436	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	19.983	0.206	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N62/N64	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N65/N66	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	42.804	Plano XY
		Modo 6	22.519	1.145	Plano XY
		Modo 7	22.519	8.459	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.710	Plano XY
		Modo 9	22.519	3.771	Plano XY
		Modo 10	22.519	65.090	Plano XY
		Modo 11	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 12	22.519	24.446	Plano XY
		Modo 13	22.519	45.642	Plano XY
		Modo 14	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 15	22.519	58.981	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.000127	Plano XY
		Modo 17	22.519	6.666	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.880	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	21.383	Plano XY
		Modo 6	20.991	6.250	Plano XY
		Modo 7	20.991	25.277	Plano XY
		Modo 8	20.991	4.022	Plano XY
		Modo 9	20.991	3.307	Plano XY
		Modo 10	20.991	43.822	Plano XY
		Modo 11	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 12	20.991	3.228	Plano XY
		Modo 13	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 14	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 15	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 16	20.991	67.477	Plano XY
		Modo 17	20.991	49.782	Plano XY
		Modo 18	20.991	85.362	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	12.997	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	19.358	17.185	Plano XY
		Modo 7	19.358	18.729	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.136	Plano XY
		Modo 9	19.358	24.568	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.0737	Plano XY
		Modo 11	19.358	10.208	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.679	Plano XY
		Modo 13	19.358	42.983	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.282	Plano XY
		Modo 15	19.358	20.977	Plano XY
		Modo 16	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 17	19.358	3.072	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.273	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	36.746	Plano XY
		Modo 6	21.729	1.369	Plano XY
		Modo 7	21.729	0.271	Plano XY
		Modo 8	21.729	7.349	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.923	Plano XY
		Modo 10	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 11	21.729	0.831	Plano XY
		Modo 12	21.729	2.201	Plano XY
		Modo 13	21.729	4.023	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.785	Plano XY
		Modo 15	21.729	8.392	Plano XY
		Modo 16	21.729	70.556	Plano XY
		Modo 17	21.729	17.777	Plano XY
		Modo 18	21.729	18.952	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	1.141	Plano XY
		Modo 6	25.021	2.924	Plano XY
		Modo 7	25.021	3.304	Plano XY
		Modo 8	25.021	50.590	Plano XY
		Modo 9	25.021	34.985	Plano XY
		Modo 10	25.021	2.388	Plano XY
		Modo 11	25.021	6.173	Plano XY
		Modo 12	25.021	17.006	Plano XY
		Modo 13	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 14	25.021	43.050	Plano XY
		Modo 15	25.021	3.078	Plano XY
		Modo 16	25.021	6.374	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.893	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.124	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	11.780	Plano XY
		Modo 6	20.650	29.861	Plano XY
		Modo 7	20.650	28.025	Plano XY
		Modo 8	20.650	16.679	Plano XY
		Modo 9	20.650	20.741	Plano XY
		Modo 10	20.650	8.778	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 11	20.650	22.106	Plano XY
		Modo 12	20.650	14.261	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.847	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0822	Plano XY
		Modo 15	20.650	1.868	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.234	Plano XY
		Modo 17	20.650	3.342	Plano XY
		Modo 18	20.650	73.023	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	47.488	Plano XY
		Modo 6	19.983	6.727	Plano XY
		Modo 7	19.983	1.232	Plano XY
		Modo 8	19.983	2.302	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0806	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.629	Plano XY
		Modo 11	19.983	34.823	Plano XY
		Modo 12	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 13	19.983	42.948	Plano XY
		Modo 14	19.983	1.679	Plano XY
		Modo 15	19.983	12.353	Plano XY
		Modo 16	19.983	51.646	Plano XY
		Modo 17	19.983	10.101	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0703	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N66/N68	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N69/N70	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	40.272	100.000	Plano XY
		Modo 4	40.272	50.106	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913	51.722	Plano XY
		Modo 2	17.913	100.000	Plano XY
		Modo 19	50.011	100.000	Plano XZ
		Modo 20	50.011	100.000	Plano XZ
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933	100.000	Plano XY
		Modo 2	16.933	51.855	Plano XY
		Modo 19	47.274	100.000	Plano XZ
		Modo 20	47.274	22.886	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.091	1.906	Plano XY
		Modo 19	47.717	100.000	Plano XZ
		Modo 20	47.717	100.000	Plano XZ
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409	51.790	Plano XY
		Modo 2	17.409	100.000	Plano XY
		Modo 19	48.604	100.000	Plano XZ
		Modo 20	48.604	0.0191	Plano XZ
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.198	Plano XY
		Modo 4	19.461	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091	100.000	Plano XY
		Modo 2	18.091	51.698	Plano XY
		Modo 19	50.507	13.926	Plano XZ
		Modo 20	50.507	100.000	Plano XZ
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577	17.849	Plano XY
		Modo 2	17.577	49.363	Plano XY
		Modo 19	49.072	100.000	Plano XZ
		Modo 20	49.072	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N70/N72	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N73/N74	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087	100.000	Plano XY
		Modo 2	38.087	70.219	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	17.956	60.916	Plano XY
		Modo 4	17.956	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	17.207	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.207	68.868	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	18.965	69.078	Plano XY
		Modo 4	18.965	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	17.573	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.573	3.125	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	100.000	Plano XY
		Modo 2	19.229	2.969	Plano XY
		Modo 19	53.685	43.863	Plano XZ
		Modo 20	53.685	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	19.878	69.188	Plano XY
		Modo 4	19.878	7.996	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	19.411	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.411	69.132	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N74/N76	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

2.3.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N5/N6	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	19.229	53.353	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	53.685	53.353	100.000	Plano XZ
N6/N8	--	--	--	--	--	No pandea
N9/N10	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.740	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	47.274	60.994	64.059	Plano XZ
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N13/N14	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 10	19.358	53.673	100.000	Plano XY
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N17/N18	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	73.814	Plano XY
N18/N20	--	--	--	--	--	No pandea
N21/N22	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 8	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N22/N24	--	--	--	--	--	No pandea
N25/N26	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 17	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N26/N28	--	--	--	--	--	No pandea
N29/N30	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 9	25.021	41.441	80.474	Plano XY
N30/N32	--	--	--	--	--	No pandea
N33/N34	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	64.706	Plano XY
N34/N36	--	--	--	--	--	No pandea
N37/N38	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N38/N40	--	--	--	--	--	No pandea
N41/N42	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	59.178	Plano XY
N42/N44	--	--	--	--	--	No pandea
N45/N46	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 7	25.021	41.441	20.393	Plano XY
N46/N48	--	--	--	--	--	No pandea
N49/N50	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	33.713	Plano XY
N50/N52	--	--	--	--	--	No pandea

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N53/N54	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	72.425	Plano XY
N54/N56	--	--	--	--	--	No pandea
N57/N58	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 9	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N58/N60	--	--	--	--	--	No pandea
N61/N62	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 11	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N62/N64	--	--	--	--	--	No pandea
N65/N66	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 8	25.021	41.441	50.590	Plano XY
N66/N68	--	--	--	--	--	No pandea
N69/N70	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.740	52.198	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	47.274	60.994	100.000	Plano XZ
N70/N72	--	--	--	--	--	No pandea
N73/N74	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	53.353	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	53.685	53.353	43.863	Plano XZ
N74/N76	--	--	--	--	--	No pandea

2.4. Uniones

2.4.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 1993-1-1).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

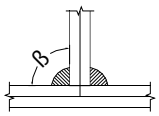
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

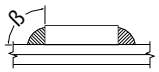
5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos β > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.

- Para ángulos β < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

2.4.2. Referencias y simbología

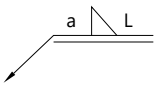
a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

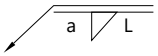
Método de representación de soldaduras

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

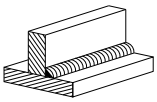
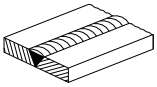
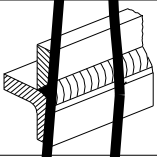


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

2.4.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

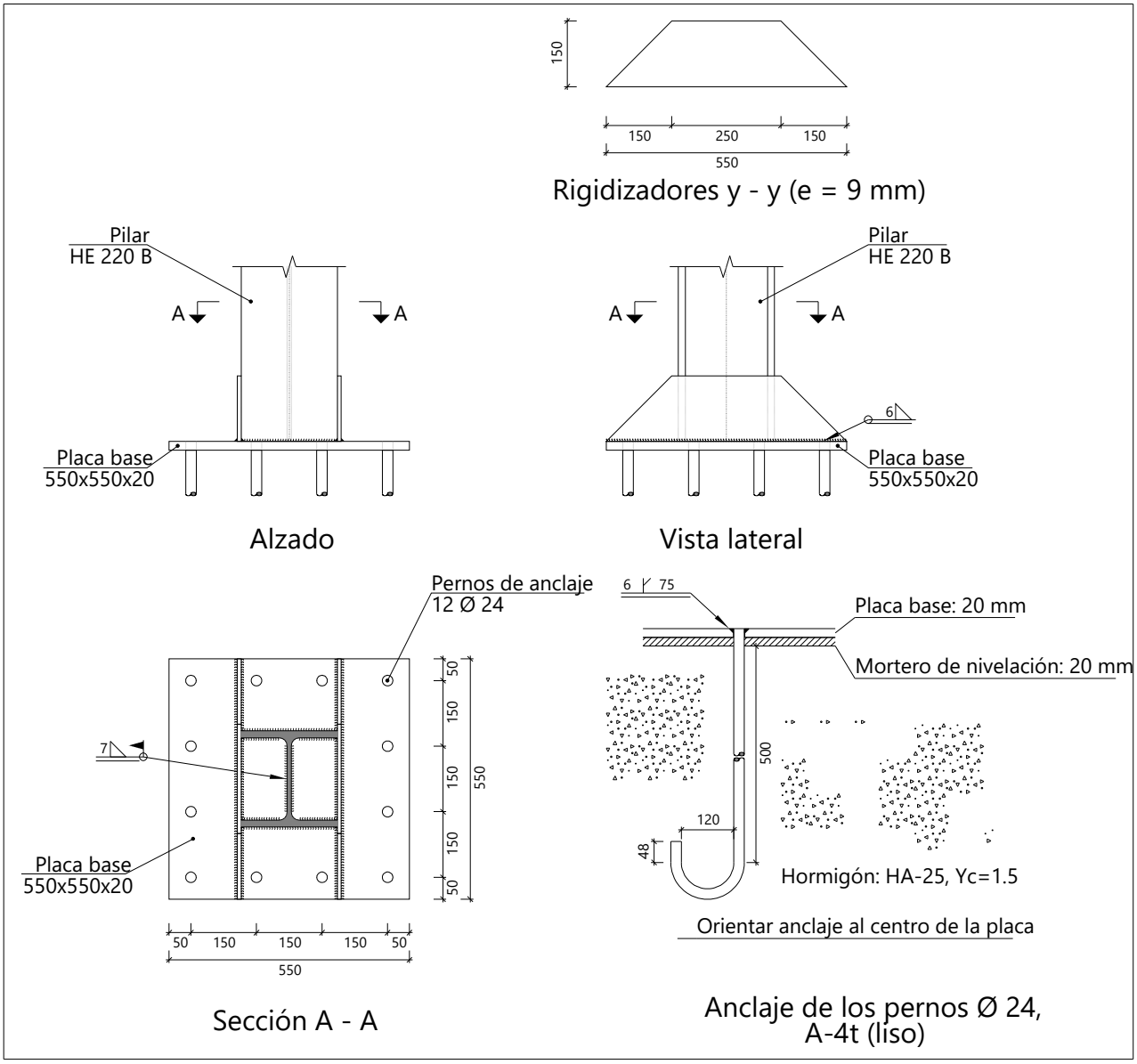
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

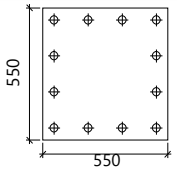
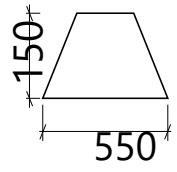
2.4.4. Memoria de cálculo

2.4.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		550	550	20	12	36	26	6	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		550	150	9	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 151 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.9	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.51 kN Máximo: 41.37 kN Calculado: 0.23 kN Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.85 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 67.78 kN Calculado: 50.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 142.206 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 225.6 kN Calculado: 0.23 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 56.5547 MPa Calculado: 56.5547 MPa Calculado: 159.237 MPa Calculado: 221.563 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 4981.16 Calculado: 4981.16 Calculado: 4345.54 Calculado: 3437.59	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 118.695 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.131 - Punto de tensión local máxima: (-0.11, 0.11)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	9.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	75	20.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	166.4	288.3	80.08	0.0	0.00	360.0	0.80

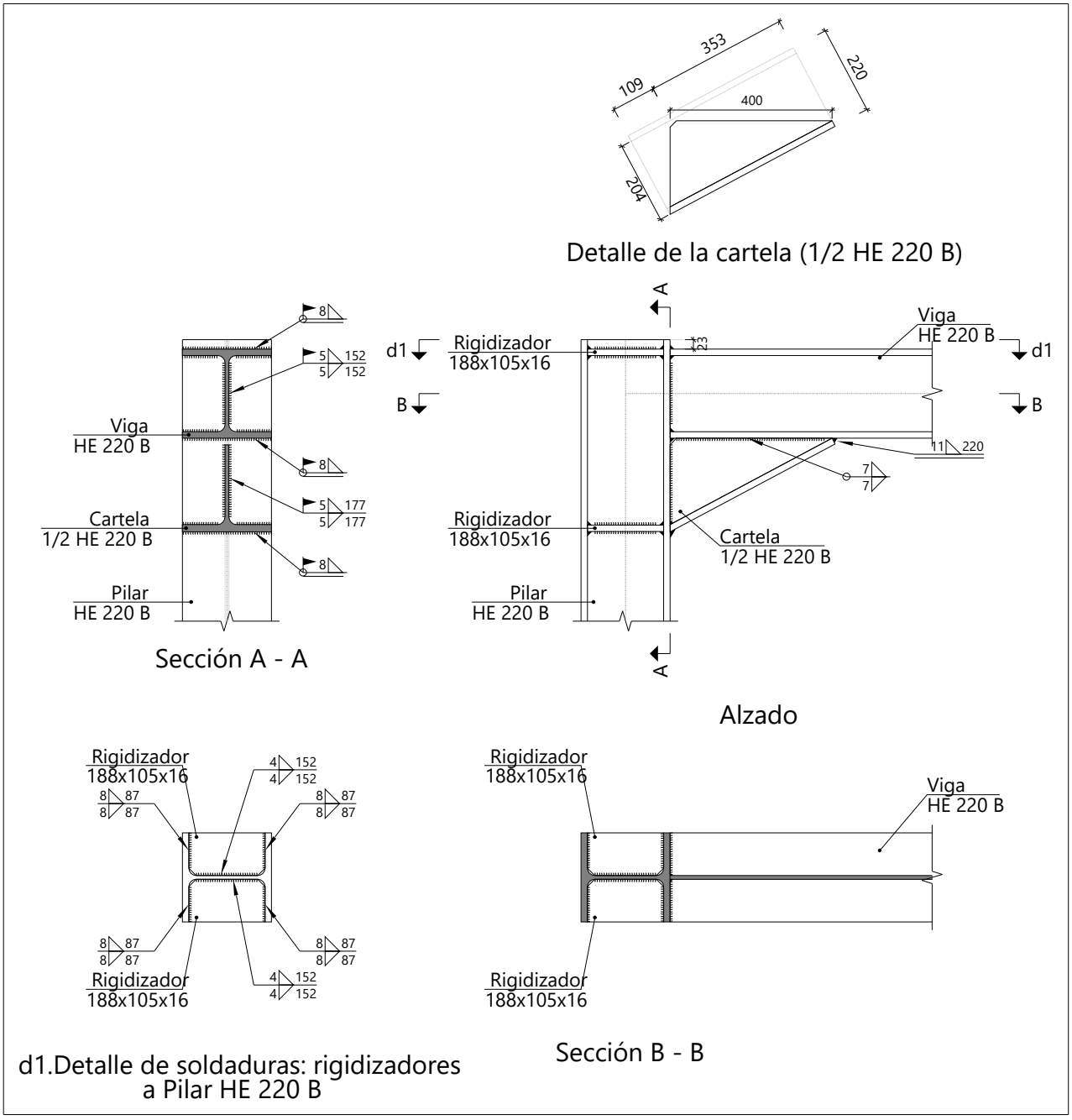
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	2136
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	905
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

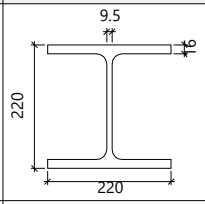
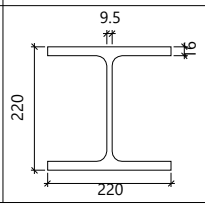
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	550x550x20	47.49
	Rigidizadores pasantes	2	550/250x150/0x9	8.48
			Total	55.97
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 24 - L = 564 + 274	35.72
			Total	35.72

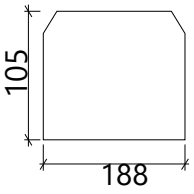
2.4.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Viga	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		188	105	16	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	31.03
	Cortante	kN	544.88	610.95	89.19
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.48	275.00	28.17
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.58	275.00	28.21
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.48	275.00	28.17
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.58	275.00	28.21
Ala	Cortante	N/mm²	153.23	275.00	55.72

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	54.8	54.8	0.0	109.6	27.07	54.8	17.69	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	88.7	153.6	37.96	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	54.9	54.9	0.0	109.7	27.11	54.9	17.72	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.8	153.8	38.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	54.8	54.8	0.0	109.6	27.07	54.8	17.69	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	88.7	153.6	37.96	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	54.9	54.9	0.0	109.7	27.11	54.9	17.72	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.8	153.8	38.01	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Viga HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	227.48	510.72	44.54

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	152	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	90.00
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	193	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	220	16.0	61.97
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	400	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	220	16.0	61.97

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	51.9	51.9	0.0	103.8	25.65	51.9	16.76	430.0	0.85
Soldadura del alma	43.3	43.3	16.0	90.9	22.47	43.3	13.98	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	42.5	42.5	16.0	89.4	22.09	42.5	13.72	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	37.9	63.2	0.0	115.9	28.63	56.0	18.09	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	9.6	16.7	4.13	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	1216
			7	800
			8	1392
			11	220
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	689
			8	1184

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	4	188x105x16	9.92
			Total	9.92

2.4.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	38448
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	16286
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	19674
430.0	En taller	En ángulo	4	21888
			7	14400
			8	25056
			11	3960
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	12406
			8	21303

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	72	188x105x16	178.51
			Total	178.51

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	18	550x550x20	854.87
	Rigidizadores pasantes	36	550/250x150/0x9	152.60
			Total	1007.47
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	216	Ø 24 - L = 564 + 274	642.96
			Total	642.96

3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N5, N9, N69 y N73	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 213.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 61.5 cm Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 275 cm Canto: 95 cm	Sup X: 12Ø20c/23 Sup Y: 10Ø16c/13 Inf X: 12Ø20c/23 Inf Y: 10Ø16c/13
N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 198.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 61.5 cm Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 260 cm Canto: 90 cm	Sup X: 17Ø16c/15 Sup Y: 6Ø20c/24 Inf X: 17Ø16c/15 Inf Y: 6Ø20c/24

3.1.2. Medición

Referencias: N5, N9, N69 y N73		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		12x1.76 12x4.34	21.12 52.09
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	10x2.96 10x4.67		29.60 46.72
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		12x1.90 12x4.69	22.80 56.23
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	10x3.06 10x4.83		30.60 48.30
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	60.20 95.02	43.92 108.32	 203.34
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	66.22 104.52	48.31 119.15	 223.67

Referencias: N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x1.66 17x2.62		28.22 44.54
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		6x2.91 6x7.18	17.46 43.06
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x1.76 17x2.78		29.92 47.22
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		6x3.05 6x7.52	18.30 45.13
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	58.14 91.76	35.76 88.19	 179.95
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	63.95 100.94	39.34 97.01	 197.95

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N5, N9, N69 y N73	4x104.52	4x119.15	894.68	4x3.79	4x0.40
Referencias: N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65	14x100.94	14x97.01	2771.30	14x3.39	14x0.38

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Totales	1831.24	1834.74	3665.98	62.65	6.87

3.1.3. Comprobación

Referencia: N5
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.071 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.036 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.070 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.143 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.071 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 35848.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 36.1 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 23.71	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.56 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -86.48 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 56.90 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 39.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 11.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N5:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple

Referencia: N5 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 128 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 133 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N5
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 52.26 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.20 kN, Axil concomitante: 112.08 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN

Referencia: N9
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.080 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.045 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.088 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.161 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.090 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1953.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 37.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 21.02	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.73 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -88.04 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 56.90 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 128 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 133 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 54.32 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 116.49 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN

Referencia: N13 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple

Referencia: N13 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N13
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N17
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N17:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N17 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N17 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N21 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple

Referencia: N21 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		

Referencia: N21
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N25
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)

Referencia: N25
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* *(1) Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N25:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N25 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple

Referencia: N29
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N29:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N33 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* (1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple

Referencia: N33
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N33
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N37
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		

Referencia: N37 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N37:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N37
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N41
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede[1]
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* [1] *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		

Referencia: N41 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N45 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N45:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple

Referencia: N45
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N45
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N49
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N49:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N53 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple

Referencia: N53
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N53:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N53
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N57
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N57:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N57 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N57 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN		

Referencia: N61 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1800.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple

Referencia: N61 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N61:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		

Referencia: N61
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N65
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.098 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.146 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.102 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 30394.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 38.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)

Referencia: N65 Dimensiones: 145 x 260 x 90 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* *(1) Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 19.27	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 37.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N65:	Mínimo: 49 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N65
Dimensiones: 145 x 260 x 90
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 49.80 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 106.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 424.18 kN

Referencia: N69
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.080 MPa	Cumple

Referencia: N69
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.045 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.088 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.161 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.090 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1953.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 37.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 21.02	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.73 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -88.04 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 56.90 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N69:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	

Referencia: N69 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 128 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 133 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		

Referencia: N69 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 54.32 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 116.49 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN		

Referencia: N73 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.071 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.130 MPa Calculado: 0.036 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.070 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.143 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.162 MPa Calculado: 0.071 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 35848.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 36.1 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 23.71	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.56 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -86.48 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 56.90 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 39.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 11.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N73:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple

Referencia: N73 Dimensiones: 145 x 275 x 95 Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 128 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 133 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N73
Dimensiones: 145 x 275 x 95
Armados: Xi:Ø20c/23 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/23 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 52.26 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.20 kN, Axil concomitante: 112.08 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\Marquesina Anden 1 v2.gp3 Fecha:28/10/25

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 4.00 m
Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.40 kN/m²

Sin cerramiento en laterales.

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Perfiles laminados	EC Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: C
Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos
Periodo de servicio (años): 50
Profundidad nave industrial: 76.00
Sin huecos.
1 - V H1: Cubiertas aisladas
2 - V H2: Cubiertas aisladas

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 5
Altitud topográfica: 120.00 m
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:
1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
2 - N(R): Nieve (redistribución)

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S 235	235	210

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 4.10 m Alero izquierdo: 4.20 m Alero derecho: 4.20 m	Pórtico rígido

Cargas en barras

Pórtico 1, Pórtico 20

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	2.15 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Q	Uniforme	---	0.80 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Uniforme	---	3.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	4.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	3.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	4.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.26 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2, Pórtico 19

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	4.30 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	1.60 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Uniforme	---	6.88 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	6.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.04 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3, Pórtico 18

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	4.30 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	1.60 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	2.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	1.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	2.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Uniforme	---	2.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	6.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.04 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 4, Pórtico 5, Pórtico 6, Pórtico 7, Pórtico 8, Pórtico 9, Pórtico 10, Pórtico 11, Pórtico 12, Pórtico 13, Pórtico 14, Pórtico 15, Pórtico 16, Pórtico 17

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	G	Uniforme	---	4.30 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	1.60 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.00/0.10 (R)	4.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.10/0.90 (R)	1.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H1	Faja	0.90/1.00 (R)	4.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.00/0.10 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.10/0.90 (R)	5.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V H2	Faja	0.90/1.00 (R)	8.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.04 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\CYPE Ingenieros\Proyectos\Portal frame generator\Marquesina Anden 1 v2.gp3 Fecha:28/10/25

R : Posición relativa a la longitud de la barra.
EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

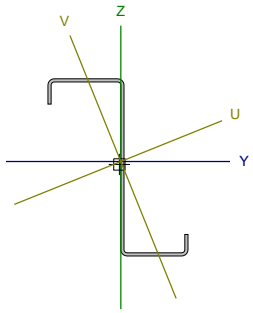
Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF-140x2.5	Límite flecha: L / 300
Separación: 0.70 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 76.33 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF-140x2.5
Material: S 235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_{yz} [4] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)	α [5] (grados)
1.050, 8.000, 4.200	1.050, 4.000, 4.200	4.000	6.84	205.00	49.40	-74.97	0.14	1.13	2.33	22.0

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*
[3] *Coordenadas del centro de gravedad*
[4] *Producto de inercia*
[5] *Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	4.000	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-3: 2006)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{Máx.}$ Cumple	N.P. [1]	N.P. [2]	x: 4 m η = 76.3	N.P. [3]	N.P. [4]	N.P. [5]	x: 4 m η = 13.8	N.P. [6]	N.P. [7]	N.P. [8]	N.P. [9]	**CUMPLE h = 76.3**

Notación:
b / t: Relación anchura / espesor
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión. Eje Y
M_z: Resistencia a flexión. Eje Z
M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial
V_y: Resistencia a corte Y
V_z: Resistencia a corte Z
NM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión
$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión
$M_tNM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
[2] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
[3] *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
[4] *La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.*
[5] *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
[6] *No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[7] *No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[8] *No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[9] *La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*

Relación anchura / espesor (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$\mathbf{h}/\mathbf{t} \leq 500$	**h / t** :	***56.0*** ✓
$\mathbf{b_1}/\mathbf{t} \leq 60$	$\mathbf{b_1}$ **/ t** :	***24.0*** ✓
$\mathbf{c_1}/\mathbf{t} \leq 50$	$\mathbf{c_1}$ **/ t** :	***8.0*** ✓
$\mathbf{b_2}/\mathbf{t} \leq 60$	$\mathbf{b_2}$ **/ t** :	***21.2*** ✓
$\mathbf{c_2}/\mathbf{t} \leq 50$	$\mathbf{c_2}$ **/ t** :	***6.8*** ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq \mathbf{c_1}/\mathbf{b_1} \leq 0.6$	$\mathbf{c_1}$ **/** $\mathbf{b_1}$:	*0.333*
$0.2 \leq \mathbf{c_2}/\mathbf{b_2} \leq 0.6$	$\mathbf{c_2}$ **/** $\mathbf{b_2}$:	*0.321*

Donde:

h: Altura del alma.	**h** :	*140.00*	mm
$\mathbf{b_1}$: Ancho del ala superior.	$\mathbf{b_1}$:	*60.00*	mm
$\mathbf{c_1}$: Altura del rigidizador del ala superior.	$\mathbf{c_1}$:	*20.00*	mm
$\mathbf{b_2}$: Ancho del ala inferior.	$\mathbf{b_2}$:	*53.00*	mm
$\mathbf{c_2}$: Altura del rigidizador del ala inferior.	$\mathbf{c_2}$:	*17.00*	mm
t: Espesor.	**t** :	*2.50*	mm

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : *0.763* ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.050, 4.000, 4.200, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{-}$: *5.08* kN·m

La resistencia de cálculo a flexión **$M_{c,Rd}$** viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *6.66* kN·m

Donde:

W_{el}: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. W_{el} : *28.34* cm³

f_{yb}: Límite elástico del material base. f_{yb} : *235.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.138*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.050, 4.000, 4.200, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.36* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{b,Rd}$** viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin\phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$: *46.10* kN

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *135.30* mm

t: Espesor. **t** : *2.50* mm

f: Ángulo que forma el alma con la horizontal. **f** : *90.0* grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

f_{bv} : *136.30* MPa

Siendo:

`l$_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

`l$_w$: *0.63*

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base. **f_{yb}** : *235.00* MPa

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a tracción y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 80.73 %

Coordenadas del nudo inicial: 1.050, 72.000, 4.200
Coordenadas del nudo final: 1.050, 68.000, 4.200
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V H1 a una distancia 2.000 m del origen en el primer vano de la correa.
(Iy = 205 cm4) (Iz = 49 cm4)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	7	37.56	0.09

ANEXO VI: CÁLCULO MARQUESINA ANDÉN SUR

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2
1.3. Sismo..... 5
1.3.1. Datos generales de sismo..... 5

2. ESTRUCTURA..... 6
2.1. Geometría..... 6
2.1.1. Nudos..... 6
2.1.2. Barras..... 7
2.2. Resultados..... 11
2.2.1. Nudos..... 11
2.2.2. Barras..... 255
2.2.3. Sismo..... 923
2.3. Análisis de pandeo..... 928
2.3.1. Modos de pandeo..... 928
2.3.2. Barras..... 931
2.3.3. Barras (Resumen)..... 969
2.4. Uniones..... 970
2.4.1. Especificaciones..... 970
2.4.2. Referencias y simbología..... 971
2.4.3. Comprobaciones en placas de anclaje..... 972
2.4.4. Memoria de cálculo..... 973
2.4.5. Medición..... 981

3. CIMENTACIÓN..... 982
3.1. Elementos de cimentación aislados..... 982
3.1.1. Descripción..... 982
3.1.2. Medición..... 983
3.1.3. Comprobación..... 984

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja
w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma
Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*
Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N5	4.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	4.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	4.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	8.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	8.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	8.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	12.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	12.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	12.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	16.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	16.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	16.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	20.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	20.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	24.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	24.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	24.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	28.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	28.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	28.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	32.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	32.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	32.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	36.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N38	36.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	36.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	40.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N42	40.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	40.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	44.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N46	44.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	44.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N49	48.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N50	48.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N52	48.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N53	52.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N54	52.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N56	52.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	56.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N58	56.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	56.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	60.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N62	60.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	60.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	64.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N66	64.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N68	64.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	68.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N70	68.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	68.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	72.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N74	72.000	0.000	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N76	72.000	4.100	4.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N5/N6	N5/N6	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N6/N8	N6/N8	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N9/N10	N9/N10	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N10/N12	N10/N12	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N13/N14	N13/N14	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N14/N16	N14/N16	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N17/N18	N17/N18	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N18/N20	N18/N20	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N21/N22	N21/N22	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N22/N24	N22/N24	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N25/N26	N25/N26	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N26/N28	N26/N28	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N29/N30	N29/N30	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N30/N32	N30/N32	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N33/N34	N33/N34	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N34/N36	N34/N36	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N37/N38	N37/N38	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N38/N40	N38/N40	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N41/N42	N41/N42	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N42/N44	N42/N44	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N45/N46	N45/N46	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N46/N48	N46/N48	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N49/N50	N49/N50	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N50/N52	N50/N52	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N53/N54	N53/N54	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N54/N56	N54/N56	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N57/N58	N57/N58	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N58/N60	N58/N60	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N61/N62	N61/N62	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N62/N64	N62/N64	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N65/N66	N65/N66	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N66/N68	N66/N68	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N69/N70	N69/N70	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N70/N72	N70/N72	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100
		N73/N74	N73/N74	HE 220 B (HEB)	-	3.858	0.342	1.00	0.70	4.200	4.200
		N74/N76	N74/N76	HE 220 B (HEB)	0.110	3.990	-	0.75	1.00	0.700	4.100

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N9/N10, N13/N14, N17/N18, N21/N22, N25/N26, N29/N30, N33/N34, N37/N38, N41/N42, N45/N46, N49/N50, N53/N54, N57/N58, N61/N62, N65/N66, N69/N70 y N73/N74
2	N6/N8, N10/N12, N14/N16, N18/N20, N22/N24, N26/N28, N30/N32, N34/N36, N38/N40, N42/N44, N46/N48, N50/N52, N54/N56, N58/N60, N62/N64, N66/N68, N70/N72 y N74/N76

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
		2	HE 220 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 0.40 m.	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m^3)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N5/N6	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N6/N8	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N9/N10	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N10/N12	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N13/N14	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N14/N16	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N17/N18	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N18/N20	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N21/N22	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N22/N24	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N25/N26	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N26/N28	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N29/N30	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N30/N32	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N33/N34	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N34/N36	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N37/N38	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N38/N40	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N41/N42	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N42/N44	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N45/N46	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N46/N48	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N49/N50	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N50/N52	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N53/N54	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N54/N56	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N57/N58	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N58/N60	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N61/N62	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N62/N64	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N65/N66	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N66/N68	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N69/N70	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N70/N72	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72
		N73/N74	HE 220 B (HEB)	4.200	0.038	300.03
		N74/N76	HE 220 B (HEB)	4.100	0.048	306.72

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	HEB	HE 220 B	75.600	149.400	149.400	0.688	1.555	1.555	5400.49	10921.50	10921.50	
			HE 220 B, Simple con cartelas	73.800			0.867			5521.02			

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 220 B	1.301	75.600	98.356
	HE 220 B, Simple con cartelas	1.364	73.800	100.697
			Total	**199.053**

2.2. Resultados

2.2.1. Nudos

2.2.1.1. Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.2.1.1.1. Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X (CQC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo Y (CQC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Sismo X: Modo 14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.31	-25.33	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00
		PP+0.3·SX+SY	$N_{mín}$	-1.342	-0.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-1.342	-0.873	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
			$Vy_{mín}$	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.762	-14.140	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.41	-25.36	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP-0.3·SX+SY	$N_{mín}$	-1.342	-0.873	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-1.342	-0.873	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
			$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{máx}$	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
			$Vz_{mín}$	-15.762	-14.140	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.41	-25.36	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00
		PP+SX+0.3·SY	$N_{mín}$	-2.295	-1.827	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$N_{máx}$	-2.295	-1.827	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414	0.414
			$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.597	-13.987	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.525	-13.921	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.31	-25.33	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.27	-25.32	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-3.112	-2.646	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414	-0.414
			$N_{máx}$	-2.704	-2.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			$Vz_{mín}$	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Vz_{máx}$	-15.454	-13.855	-14.092	-11.746	-10.180	-7.831	-6.265	-3.915	-2.349	0.000
			$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$My_{máx}$	-31.23	-25.30	-25.29	-17.57	-13.20	-7.81	-5.00	-1.95	-0.70	0.00
			$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N5/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.065	-59.608	-59.152	-58.696	-58.240	-57.783	-57.327	-56.871	-56.415
		$N_{máx}$	14.129	14.467	14.805	15.143	15.481	15.819	16.157	16.495	16.833
		$Vy_{mín}$	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
		$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
		$Vz_{mín}$	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204
		$Vz_{máx}$	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204
		$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
		$Mt_{máx}$	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		$My_{mín}$	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25
		$My_{máx}$	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65
		$Mz_{mín}$	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N6/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.355	-7.767	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
		$N_{máx}$	2.831	2.306	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
		$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		$Vz_{mín}$	-53.723	-48.342	-48.934	-40.791	-35.353	-27.197	-21.759	-13.602	-8.164	0.000
		$Vz_{máx}$	16.256	14.352	14.529	12.229	10.694	8.390	6.855	4.552	3.016	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-108.56	-87.92	-87.82	-61.03	-45.84	-27.13	-17.36	-6.78	-2.44	0.00
		$My_{máx}$	33.41	27.23	27.20	19.21	14.64	8.93	5.89	2.48	0.97	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N9/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.995	-60.538	-60.082	-59.626	-59.170	-58.713	-58.257	-57.801	-57.345
		$N_{máx}$	17.485	17.823	18.161	18.499	18.837	19.175	19.513	19.851	20.189
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13
		$My_{máx}$	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.480	-7.796	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	3.367	2.694	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-54.438	-48.525	-49.120	-41.086	-35.720	-27.672	-22.306	-14.258	-8.892	0.000
		$Vz_{máx}$	19.335	16.768	16.974	14.377	12.642	10.040	8.306	5.704	3.970	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-110.38	-89.59	-89.49	-62.55	-47.23	-28.26	-18.30	-7.36	-2.74	0.00
		$My_{máx}$	39.93	32.67	32.63	23.27	17.88	11.10	7.44	3.25	1.32	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N13/N14	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N14/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N17/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N18/N20	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N21/N22	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N22/N24	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N25/N26	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N26/N28	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N29/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N30/N32	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N33/N34	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N34/N36	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N37/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N38/N40	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N41/N42	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N42/N44	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N45/N46	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N46/N48	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N49/N50	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N50/N52	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N53/N54	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N54/N56	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N57/N58	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N58/N60	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N61/N62	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N62/N64	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N65/N66	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.673	-53.217	-52.761	-52.304	-51.848	-51.392	-50.936	-50.479	-50.023
		$N_{máx}$	15.187	15.525	15.863	16.201	16.539	16.877	17.215	17.553	17.891
		$Vy_{mín}$	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		$Vy_{máx}$	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42	-37.42
		$My_{máx}$	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54	101.54
		$Mz_{mín}$	-0.21	-0.19	-0.16	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.07	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N66/N68	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.257	-6.778	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	2.973	2.341	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-47.417	-42.188	-42.706	-35.740	-31.088	-24.110	-19.458	-12.481	-7.829	0.000
		$Vz_{máx}$	17.071	14.568	14.747	12.568	11.113	8.930	7.475	5.293	3.838	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-96.16	-78.07	-77.99	-54.56	-41.23	-24.72	-16.03	-6.47	-2.42	0.00
		$My_{máx}$	35.47	29.12	29.09	20.94	16.21	10.22	6.94	3.12	1.30	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N69/N70	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.995	-60.538	-60.082	-59.626	-59.170	-58.713	-58.257	-57.801	-57.345
		$N_{máx}$	17.485	17.823	18.161	18.499	18.837	19.175	19.513	19.851	20.189
		$Vy_{mín}$	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799	-0.799
		$Vy_{máx}$	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
		$Vz_{mín}$	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584	-2.584
		$Vz_{máx}$	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584	2.584
		$Mt_{mín}$	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		$Mt_{máx}$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		$My_{mín}$	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13	-42.13
		$My_{máx}$	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55	116.55
		$Mz_{mín}$	-3.35	-2.97	-2.58	-2.20	-1.81	-1.43	-1.04	-0.66	-0.27
		$Mz_{máx}$	3.35	2.97	2.58	2.20	1.81	1.43	1.04	0.66	0.27

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N70/N72	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.480	-7.796	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635	-1.635
		$N_{máx}$	3.367	2.694	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635	1.635
		$Vy_{mín}$	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		$Vy_{máx}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		$Vz_{mín}$	-54.438	-48.525	-49.120	-41.086	-35.720	-27.672	-22.306	-14.258	-8.892	0.000
		$Vz_{máx}$	19.335	16.768	16.974	14.377	12.642	10.040	8.306	5.704	3.970	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.03	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-110.38	-89.59	-89.49	-62.55	-47.23	-28.26	-18.30	-7.36	-2.74	0.00
		$My_{máx}$	39.93	32.67	32.63	23.27	17.88	11.10	7.44	3.25	1.32	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.19	-0.17	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.05	0.03	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.482 m	0.965 m	1.447 m	1.929 m	2.411 m	2.893 m	3.376 m	3.858 m
N73/N74	Acero laminado	$N_{mín}$	-60.065	-59.608	-59.152	-58.696	-58.240	-57.783	-57.327	-56.871	-56.415
		$N_{máx}$	14.129	14.467	14.805	15.143	15.481	15.819	16.157	16.495	16.833
		$Vy_{mín}$	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
		$Vy_{máx}$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
		$Vz_{mín}$	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204	-2.204
		$Vz_{máx}$	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204	2.204
		$Mt_{mín}$	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17
		$Mt_{máx}$	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		$My_{mín}$	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25	-35.25
		$My_{máx}$	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65	114.65
		$Mz_{mín}$	-0.18	-0.16	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02
		$Mz_{máx}$	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.110 m	0.509 m	0.511 m	1.108 m	1.507 m	2.106 m	2.504 m	3.103 m	3.502 m	4.100 m
N74/N76	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.355	-7.767	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382	-1.382
		$N_{máx}$	2.831	2.306	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382	1.382
		$Vy_{mín}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$Vy_{máx}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		$Vz_{mín}$	-53.723	-48.342	-48.934	-40.791	-35.353	-27.197	-21.759	-13.602	-8.164	0.000
		$Vz_{máx}$	16.256	14.352	14.529	12.229	10.694	8.390	6.855	4.552	3.016	0.000
		$Mt_{mín}$	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-108.56	-87.92	-87.82	-61.03	-45.84	-27.13	-17.36	-6.78	-2.44	0.00
		$My_{máx}$	33.41	27.23	27.20	19.21	14.64	8.93	5.89	2.48	0.97	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.17	-0.15	-0.15	-0.13	-0.11	-0.08	-0.07	-0.04	-0.03	0.00
		$Mz_{máx}$	0.17	0.15	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00

2.2.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que η ≤ 100 %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N5/N6	60.27	0.000	-60.065	0.000	0.000	0.00	114.65	0.00	GV	Cumple
N6/N8	38.99	0.509	-7.767	0.000	-48.342	0.00	-87.92	0.00	GV	Cumple
N9/N10	61.28	0.000	-60.995	0.000	0.000	0.00	116.55	0.00	GV	Cumple
N10/N12	39.73	0.509	-7.796	0.000	-48.525	0.00	-89.59	0.00	GV	Cumple
N13/N14	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N14/N16	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N17/N18	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N18/N20	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N21/N22	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N22/N24	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N25/N26	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N26/N28	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N29/N30	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N30/N32	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N33/N34	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N34/N36	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N37/N38	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N38/N40	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N41/N42	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N42/N44	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N45/N46	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N46/N48	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N49/N50	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N50/N52	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N53/N54	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N54/N56	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N57/N58	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N58/N60	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N61/N62	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N62/N64	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N65/N66	53.30	0.000	-53.673	0.000	0.000	0.00	101.54	0.00	GV	Cumple
N66/N68	34.62	0.509	-6.778	0.000	-42.188	0.00	-78.07	0.00	GV	Cumple
N69/N70	61.28	0.000	-60.995	0.000	0.000	0.00	116.55	0.00	GV	Cumple
N70/N72	39.73	0.509	-7.796	0.000	-48.525	0.00	-89.59	0.00	GV	Cumple
N73/N74	60.27	0.000	-60.065	0.000	0.000	0.00	114.65	0.00	GV	Cumple
N74/N76	38.99	0.509	-7.767	0.000	-48.342	0.00	-87.92	0.00	GV	Cumple

2.2.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N5/N6	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.19 L/378.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	11.56 L/378.5
N6/N8	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	8.74 L/456.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.93 L/456.7
N9/N10	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.92 L/353.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	12.46 L/353.3
N10/N12	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.39 L/425.1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	10.75 L/425.1
N13/N14	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N14/N16	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N17/N18	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N18/N20	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N21/N22	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N22/N24	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N25/N26	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N26/N28	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N29/N30	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N30/N32	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N33/N34	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N34/N36	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N37/N38	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N38/N40	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N41/N42	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N42/N44	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N45/N46	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N46/N48	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N49/N50	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N50/N52	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N53/N54	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N54/N56	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N57/N58	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0

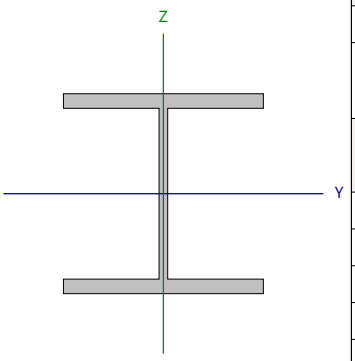
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N58/N60	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N61/N62	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N62/N64	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N65/N66	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	9.23 L/418.0	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.43 L/418.0
N66/N68	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	7.96 L/501.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.04 L/501.5
N69/N70	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.92 L/353.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	12.46 L/353.3
N70/N72	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.39 L/425.1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	10.75 L/425.1
N73/N74	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	10.19 L/378.5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.929 1.929	11.56 L/378.5
N74/N76	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	8.74 L/456.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.799 0.799	9.93 L/456.7

2.2.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N69/N70

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N69	N70	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \le k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*188.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*9.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*17.86*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*35.20*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*275.00*	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \le 1$$

h : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N69, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *20.19* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*91.00*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**f_{yd}** :	*275.00*	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.	**f_y** :	*275.00*	MPa
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**g_{M0}** :	*1.00*	

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \le 1$$

h : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *60.99* kN

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$ $\mathbf{N_{c,Rd}}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez `l ≤ 0.2 o la relación $\mathbf{N_{c,Ed}}$ / $\mathbf{N_{cr}}$ ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l: Esbeltez reducida. `l : 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: Relación de axiles. $\mathbf{N_{c,Ed}}/\mathbf{N_{cr}}$: 0.018

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 3340.39 kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19401.11 kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 3340.39 kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 8081.51 kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 2843.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : 2.940 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : 4.200 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : 4.200 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : 10.96 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : 9.43 cm

i_z : 5.59 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.584*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : 116.55 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : 42.13 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}$: 199.56 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^{-2}}} \leq 1$$ c_{LT} : 0.88

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^{-2}\right]$$ f_{LT} : 0.75

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.21

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ λ_{LT} : 0.63

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 569.53 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 2843.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 77.03 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 295400.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 4.200 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 4.200 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.09

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.09

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.613*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.333*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.99* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *116.55* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.42

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.94*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.03*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

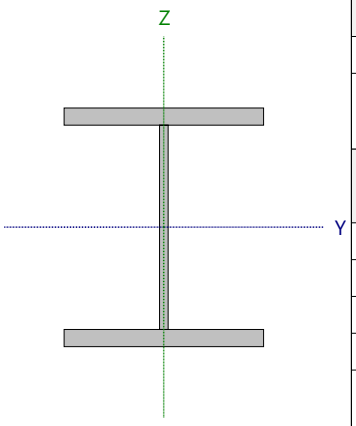
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N9/N10

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N9	N10	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.008** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 20.19 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 60.99 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.584*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *116.55* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *42.13* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **$\bar{\lambda}_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.512*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.613*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.333*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.99* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *116.55* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.42

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.94*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.03*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **220.64 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *441.28* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.06* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *441.28* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *442.65* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *1.23* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

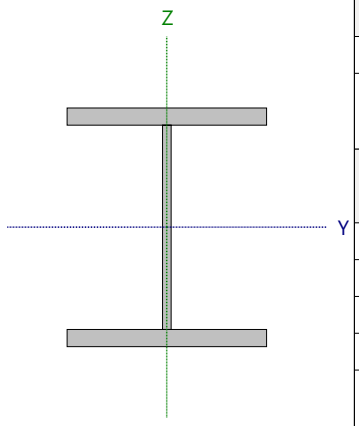
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N73/N74

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N73	N74	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N73, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 16.83 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 60.06 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.574*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *114.65* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *35.25* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **$\bar{\lambda}_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.18* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.20 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.20* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.04 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.04* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.603*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.328*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.06* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^{+}$: *114.65* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.41

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.92*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *21.00*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.20 kN ≤ 221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: 2.20 kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: 442.65 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h : 0.023** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: 0.17 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: 7.64 kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: 48.14 cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 275.00 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.04 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.17 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 1150.64 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 1161.25 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 3.61 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 48.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

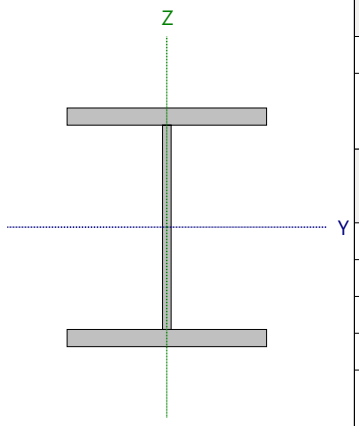
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Barra N5/N6

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N5	N6	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N5, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 16.83 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 60.06 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez **`l** ≤ 0.2 o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

`l**: Esbeltez reducida. **`l : 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.018*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.574*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *114.65* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *35.25* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **λ_{LT}** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.18* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.04* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.20 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.20* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.04 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.04* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.504*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.603*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.328*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *60.06* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *114.65* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.024*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.88

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.03

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.80

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.41

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: 0.00

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: 0.92

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: 1.12

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: 1.50

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: 0.02

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: 21.00

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: 1.00; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: 1.00

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: 1.00; $\mathbf{c_z}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: 0.88

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: 0.87

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: 0.36; $\mathbf{\lambda_z}$: 0.87

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: 0.63

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: 0.63

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: 735.55 cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: 258.45 cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19401.11 kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 3340.39 kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 8081.51 kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.20 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.20* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.17* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.04 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.17 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 1150.64 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 1161.25 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 3.61 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 48.14 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

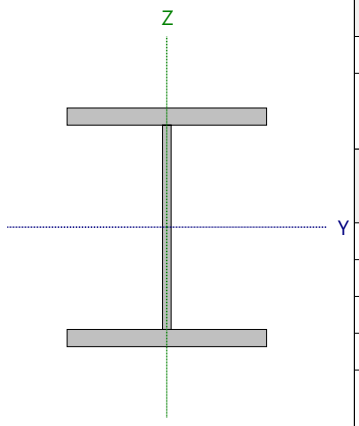
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Barra N13/N14

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N13	N14	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N13, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.89 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.021** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.509** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 101.54 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 37.42 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{c,Rd}$: 227.43 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}$: 199.56 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ c_{LT} : 0.88

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ f_{LT} : 0.75

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.21

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ `l$_{LT}$: 0.63

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 569.53 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: 0.80 kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: 1161.25 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.533** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.290** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 53.67 kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: 101.54 kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.021

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: 2502.50 kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.23

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 22.00 cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 16.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\bar{\lambda}_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\bar{\lambda}_y}$, $\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\bar{\lambda}_y}$: *0.36*; $\mathbf{\bar{\lambda}_z}$: *0.87*

$\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\bar{\lambda}_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\bar{\lambda}_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

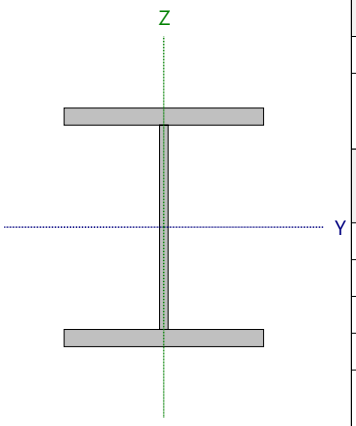
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N45/N46

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N45	N46	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N45, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: 0.80 kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: 1161.25 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.533** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.290** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 53.67 kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: 101.54 kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.021

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: 2502.50 kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.23

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 22.00 cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 16.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

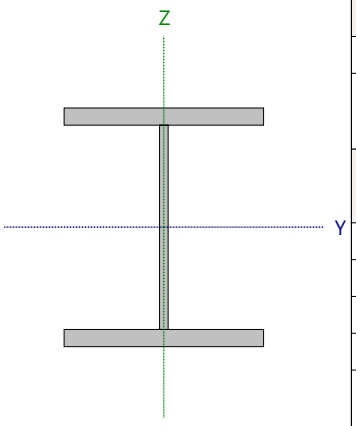
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N17/N18

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N17	N18	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.007*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N17, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *17.89* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.021*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *53.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *2502.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.87*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1161.25 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 73.14 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 188.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.58 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 442.65 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : 0.00

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : 0.82

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : 1.12

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : 1.50

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.02

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 20.82

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.88

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: 0.87

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.36

$\bar{\lambda}_z$: 0.87

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: 0.63

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: 0.63

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 735.55 cm³

$W_{el,z}$: 258.45 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 19401.11 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 3340.39 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 8081.51 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 8091.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 77.03 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

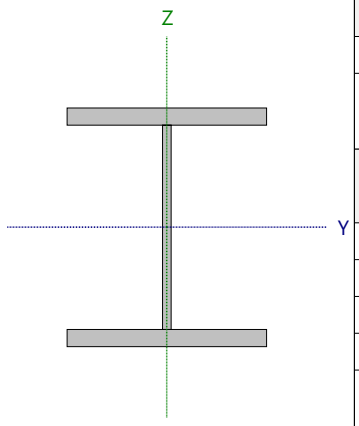
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N53/N54

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N53	N54	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N53, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.89 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.021** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **λ_{LT}** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N53, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N53, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

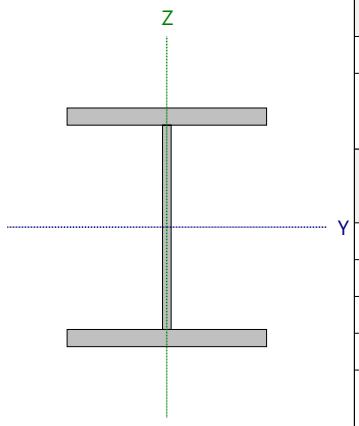
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N21/N22

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N21	N22	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.89 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.021** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN** ≤ **580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: 0.80 kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: 1161.25 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : **0.446** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.533** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.290** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 53.67 kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^{+}$: 101.54 kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^{+}$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : 0.021

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: 2502.50 kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: 227.43 kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : 0.23

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

b: Ancho del ala. **b** : 22.00 cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: 16.00 mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.82*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.12*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: *20.82*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: *1.00*; $\mathbf{c_z}$: *1.00*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: *0.88*

$\mathbf{\lambda_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{\lambda_{máx}}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_y}$, $\mathbf{\lambda_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{\lambda_y}$: *0.36*; $\mathbf{\lambda_z}$: *0.87*

$\mathbf{\lambda_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{\lambda_{LT}}$: *0.63*

$\mathbf{\lambda_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{\lambda_0}$: *0.63*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: *735.55* cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: *258.45* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *19401.11* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *3340.39* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *8081.51* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *8091.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *77.03* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$t_{T,Ed}$** : *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

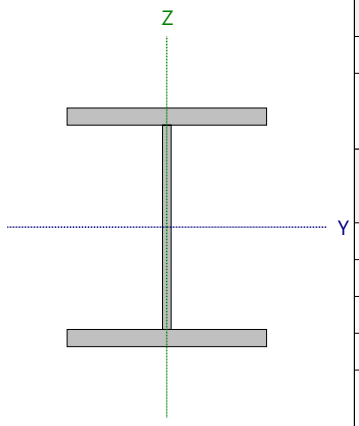
Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N37/N38

Perfil: HE 220 B
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N37	N38	4.200	91.00	8091.00	2843.00	77.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	4.200	2.940	4.200	4.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.79 £ 163.18 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *188.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.86* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *35.20* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.857 m del nudo N37, para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 17.89 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.021** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 2502.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 91.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.87

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.016*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *91.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3340.39* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19401.11* kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3340.39* kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : *8081.51* kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *8091.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *2.940* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *4.200* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *10.96* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *9.43* cm

i_z : *5.59* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.509*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *101.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·VH2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *37.42* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *227.43* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}$** : *199.56* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *827.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}** : *0.88*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}** : *0.75*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.21*

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ **`l$_{LT}$** : *0.63*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *569.53* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{M_{cr}} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2843.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *77.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *295400.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. **L_c^+** : *4.200* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. **L_c^-** : *4.200* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_1** : *1.00*

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_2** : *1.00*

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. **C_3** : *1.00*

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. **k_z** : *1.09*

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. **k_w** : *1.09*

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. **z_g** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_g} = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. **z_a** : *0.00* mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. **z_s** : *0.00* mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. **z_j** : *0.00* mm

$$\mathbf{z_j} = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.031*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *3.35* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.35* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *108.32* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *393.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.58* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.88* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{16.00} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 16.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *1161.25* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *73.14* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *188.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.58 kN ≤ **221.33 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.58* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *442.65* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.80 kN ≤ 580.63 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.80* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1161.25* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}} \leq 1$$ h : ***0.446*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.533*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.290*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q+0.9·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *53.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^+$: *101.54* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: Momento flector resistente plástico reducido de cálculo, alrededor del eje Y. $\mathbf{M_{N,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ **n** : *0.021*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *2502.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *227.43* kN·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ **a** : *0.23*

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

b: Ancho del ala. **b** : *22.00* cm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *16.00* mm

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *91.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 827.00 cm³

$W_{pl,z}$: 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$

K_{yy} : 1.01

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : 0.85

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : 0.53

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : 1.02

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

m_y : 1.00

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

m_z : 1.00

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : 1.00

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : 0.83

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : 0.99

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : 0.99

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : 0.99

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : 0.00

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : 0.36

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: 0.00

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: 0.82

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: 1.12

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: 1.50

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: 0.02

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.63** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $\mathbf{C_{m,LT}}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ $\mathbf{e_y}$: 20.82

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $\mathbf{C_{m,y,0}}$: 1.00; $\mathbf{C_{m,z,0}}$: 1.00

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $\mathbf{C_1}$: 1.00

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{c_y}$: 1.00; $\mathbf{c_z}$: 1.00

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\mathbf{c_{LT}}$: 0.88

$\mathbf{`l_{máx}}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\mathbf{`l_{máx}}$: 0.87

$\mathbf{`l_y}$, $\mathbf{`l_z}$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{`l_y}$ : 0.36; $\mathbf{`l_z}$: 0.87

$\mathbf{`l_{LT}}$: Esbeltez reducida. $\mathbf{`l_{LT}}$: 0.63

$\mathbf{`l_0}$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\mathbf{`l_0}$: 0.63

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{el,y}}$: 735.55 cm³; $\mathbf{W_{el,z}}$: 258.45 cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 19401.11 kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 3340.39 kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: 8081.51 kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 8091.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 77.03 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **221.33 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *442.65* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.20* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *7.64* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *48.14* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M0}}$: *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.80* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *1161.19* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1161.25* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *48.14* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

2.2.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N5/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.4	η = 57.4	x: 0 m η = 0.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 60.3	η < 0.1	η = 2.3	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 60.3**
N6/N8	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 38.7	x: 0.511 m η = 0.1	x: 0.46 m η = 12.5	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.0	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 3.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.0**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.8	x: 0 m η = 2.4	η = 58.4	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 61.3	η < 0.1	η = 2.6	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 61.3**
N10/N12	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 39.4	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 12.6	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.7	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.7	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.7**
N13/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N14/N16	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N17/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N18/N20	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N22/N24	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N25/N26	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N26/N28	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N29/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N30/N32	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N33/N34	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N34/N36	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N37/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N38/N40	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N41/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N42/N44	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N45/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N46/N48	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N49/N50	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N50/N52	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N53/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N54/N56	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N57/N58	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N58/N60	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N61/N62	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N62/N64	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N65/N66	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.1	η = 50.9	x: 0 m η = 0.2	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 53.3**
N66/N68	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 34.3	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 10.9	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 34.6	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 34.6**
N69/N70	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.8	x: 0 m η = 2.4	η = 58.4	x: 0 m η = 3.1	η = 0.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 61.3	η < 0.1	η = 2.6	N.P.[1]	η = 0.1	**CUMPLE h = 61.3**
N70/N72	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 39.4	x: 0.511 m η = 0.2	x: 0.46 m η = 12.6	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.7	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 4.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.7**
N73/N74	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.857 m η = 0.7	x: 0 m η = 2.4	η = 57.4	x: 0 m η = 0.2	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 60.3	η < 0.1	η = 2.3	N.P.[1]	η < 0.1	**CUMPLE h = 60.3**
N74/N76	x: 0.11 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.509 m η = 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.509 m η = 38.7	x: 0.511 m η = 0.1	x: 0.46 m η = 12.5	x: 0.509 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 39.0	x: 0.11 m η < 0.1	x: 0.509 m η = 0.3	x: 0.46 m η = 3.6	x: 0.509 m η < 0.1	**CUMPLE h = 39.0**

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

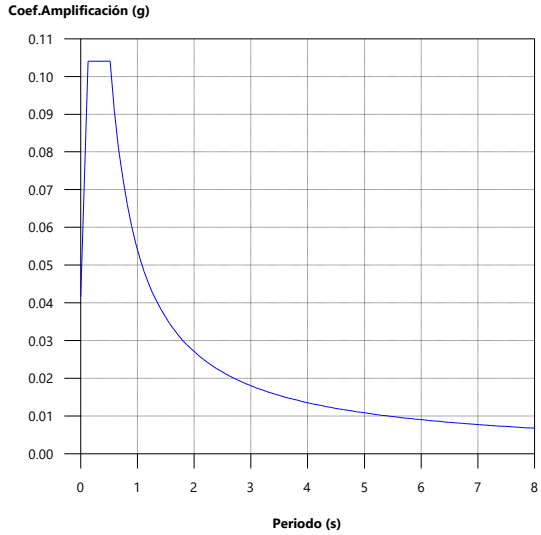
2.2.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

2.2.3.1. Espectro de cálculo

2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \le T \le T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \le 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \le \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

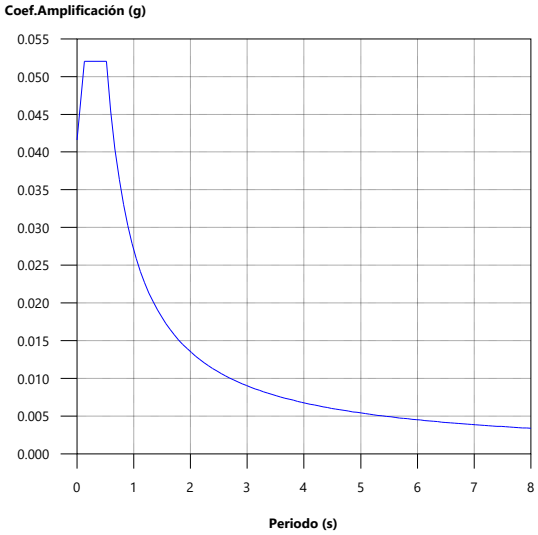
a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s



2.2.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	6.405	1	0	2.06 %	0 %	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm
Modo 2	0.503	0	1	0 %	4.46 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm
Modo 3	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm
Modo 4	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 5	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 6	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 7	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 8	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 9	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 10	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 11	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 12	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 13	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 14	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 15	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 16	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 17	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 18	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 19	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 20	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 21	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 22	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 23	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 24	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 25	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 26	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 27	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 28	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 29	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 30	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 31	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8346 mm
Modo 32	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 33	7.268	1	0	2.65 %	0 %	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm	R = 2 A = 0.036 m/s² D = 48.8353 mm
Modo 34	0.568	0	1	0 %	5.69 %	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm	R = 2 A = 0.469 m/s² D = 3.83327 mm
Modo 35	6.405	1	0	2.06 %	0 %	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm	R = 2 A = 0.041 m/s² D = 43.0386 mm
Modo 36	0.503	0	1	0 %	4.46 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.26889 mm
Modo 37	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm
Modo 38	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31695 mm
Modo 39	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 40	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 41	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 42	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 43	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 44	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 45	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 46	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 47	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 48	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 49	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 50	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Modo 51	0.507	1	0	3.04 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 3.31687 mm
Total				92.12 %	99.96 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

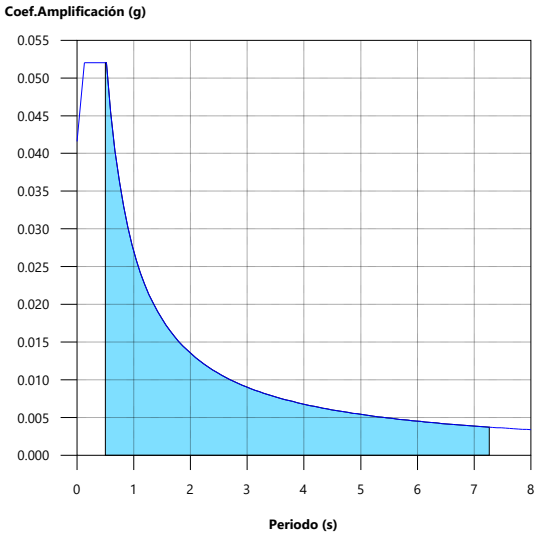
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



2.3. Análisis de pandeo

2.3.1. Modos de pandeo

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087
	Modo 2	38.087
	Modo 3	40.272
	Modo 4	40.272
[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913
	Modo 2	17.913

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 3	17.956
	Modo 4	17.956
	Modo 5	22.519
	Modo 6	22.519
	Modo 7	22.519
	Modo 8	22.519
	Modo 9	22.519
	Modo 10	22.519
	Modo 11	22.519
	Modo 12	22.519
	Modo 13	22.519
	Modo 14	22.519
	Modo 15	22.519
	Modo 16	22.519
	Modo 17	22.519
	Modo 18	22.519
	Modo 19	50.011
	Modo 20	50.011
[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933
	Modo 2	16.933
	Modo 3	17.207
	Modo 4	17.207
	Modo 5	20.991
	Modo 6	20.991
	Modo 7	20.991
	Modo 8	20.991
	Modo 9	20.991
	Modo 10	20.991
	Modo 11	20.991
	Modo 12	20.991
	Modo 13	20.991
	Modo 14	20.991
	Modo 15	20.991
	Modo 16	20.991
	Modo 17	20.991
	Modo 18	20.991
	Modo 19	47.274
	Modo 20	47.274
[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091
	Modo 2	17.091
	Modo 3	18.965
	Modo 4	18.965
	Modo 5	19.358
	Modo 6	19.358
	Modo 7	19.358
	Modo 8	19.358
	Modo 9	19.358

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 10	19.358
	Modo 11	19.358
	Modo 12	19.358
	Modo 13	19.358
	Modo 14	19.358
	Modo 15	19.358
	Modo 16	19.358
	Modo 17	19.358
	Modo 18	19.358
	Modo 19	47.717
	Modo 20	47.717
[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409
	Modo 2	17.409
	Modo 3	17.573
	Modo 4	17.573
	Modo 5	21.729
	Modo 6	21.729
	Modo 7	21.729
	Modo 8	21.729
	Modo 9	21.729
	Modo 10	21.729
	Modo 11	21.729
	Modo 12	21.729
	Modo 13	21.729
	Modo 14	21.729
	Modo 15	21.729
	Modo 16	21.729
	Modo 17	21.729
	Modo 18	21.729
	Modo 19	48.604
	Modo 20	48.604
[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229
	Modo 2	19.229
	Modo 3	19.461
	Modo 4	19.461
	Modo 5	25.021
	Modo 6	25.021
	Modo 7	25.021
	Modo 8	25.021
	Modo 9	25.021
	Modo 10	25.021
	Modo 11	25.021
	Modo 12	25.021
	Modo 13	25.021
	Modo 14	25.021
	Modo 15	25.021
	Modo 16	25.021

Modos de pandeo		
Combinación	Modo	α
	Modo 17	25.021
	Modo 18	25.021
	Modo 19	53.685
	Modo 20	53.685
[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091
	Modo 2	18.091
	Modo 3	19.878
	Modo 4	19.878
	Modo 5	20.650
	Modo 6	20.650
	Modo 7	20.650
	Modo 8	20.650
	Modo 9	20.650
	Modo 10	20.650
	Modo 11	20.650
	Modo 12	20.650
	Modo 13	20.650
	Modo 14	20.650
	Modo 15	20.650
	Modo 16	20.650
	Modo 17	20.650
	Modo 18	20.650
	Modo 19	50.507
	Modo 20	50.507
[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577
	Modo 2	17.577
	Modo 3	19.411
	Modo 4	19.411
	Modo 5	19.983
	Modo 6	19.983
	Modo 7	19.983
	Modo 8	19.983
	Modo 9	19.983
	Modo 10	19.983
	Modo 11	19.983
	Modo 12	19.983
	Modo 13	19.983
	Modo 14	19.983
	Modo 15	19.983
	Modo 16	19.983
	Modo 17	19.983
	Modo 18	19.983
	Modo 19	49.072
	Modo 20	49.072

2.3.2. Barras

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N5/N6	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087	33.738	Plano XY
		Modo 2	38.087	100.000	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	17.956	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.956	14.154	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	17.207	6.358	Plano XY
		Modo 4	17.207	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	18.965	100.000	Plano XY
		Modo 4	18.965	41.495	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	17.573	3.125	Plano XY
		Modo 4	17.573	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	3.625	Plano XY
		Modo 2	19.229	100.000	Plano XY
		Modo 19	53.685	100.000	Plano XZ
		Modo 20	53.685	81.942	Plano XZ
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	19.878	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.878	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	19.411	1.504	Plano XY
		Modo 4	19.411	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N6/N8	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N9/N10	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	40.272	16.084	Plano XY
		Modo 4	40.272	100.000	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.913	0.0024	Plano XY
		Modo 19	50.011	63.751	Plano XZ
		Modo 20	50.011	0.341	Plano XZ
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933	36.068	Plano XY
		Modo 2	16.933	100.000	Plano XY
		Modo 19	47.274	64.059	Plano XZ
		Modo 20	47.274	100.000	Plano XZ
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091	18.698	Plano XY
		Modo 2	17.091	100.000	Plano XY
		Modo 19	47.717	38.642	Plano XZ
		Modo 20	47.717	64.009	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.409	52.071	Plano XY
		Modo 19	48.604	63.909	Plano XZ
		Modo 20	48.604	100.000	Plano XZ
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.461	49.968	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091	22.296	Plano XY
		Modo 2	18.091	100.000	Plano XY
		Modo 19	50.507	100.000	Plano XZ
		Modo 20	50.507	63.696	Plano XZ
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.577	100.000	Plano XY
		Modo 19	49.072	63.857	Plano XZ
		Modo 20	49.072	0.000240	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N10/N12	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N13/N14	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	4.289	Plano XY
		Modo 6	22.519	2.335	Plano XY
		Modo 7	22.519	15.185	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.0034	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.125	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.0097	Plano XY
		Modo 11	22.519	38.455	Plano XY
		Modo 12	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 13	22.519	31.605	Plano XY
		Modo 14	22.519	20.760	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.0159	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0339	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.0633	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.0646	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	4.497	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.0100	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.551	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	20.991	0.308	Plano XY
		Modo 9	20.991	39.377	Plano XY
		Modo 10	20.991	10.431	Plano XY
		Modo 11	20.991	18.613	Plano XY
		Modo 12	20.991	1.680	Plano XY
		Modo 13	20.991	22.081	Plano XY
		Modo 14	20.991	21.170	Plano XY
		Modo 15	20.991	19.717	Plano XY
		Modo 16	20.991	74.209	Plano XY
		Modo 17	20.991	9.822	Plano XY
		Modo 18	20.991	21.473	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0291	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.404	Plano XY
		Modo 7	19.358	6.509	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0020	Plano XY
		Modo 9	19.358	10.621	Plano XY
		Modo 10	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 11	19.358	31.059	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.508	Plano XY
		Modo 13	19.358	4.218	Plano XY
		Modo 14	19.358	3.800	Plano XY
		Modo 15	19.358	4.238	Plano XY
		Modo 16	19.358	17.968	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.632	Plano XY
		Modo 18	19.358	3.080	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	75.942	Plano XY
		Modo 6	21.729	27.312	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.391	Plano XY
		Modo 8	21.729	6.200	Plano XY
		Modo 9	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 10	21.729	20.139	Plano XY
		Modo 11	21.729	9.593	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.777	Plano XY
		Modo 13	21.729	23.939	Plano XY
		Modo 14	21.729	10.973	Plano XY
		Modo 15	21.729	13.681	Plano XY
		Modo 16	21.729	4.995	Plano XY
		Modo 17	21.729	1.497	Plano XY
		Modo 18	21.729	1.289	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	7.856	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.980	Plano XY
		Modo 7	25.021	2.895	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0531	Plano XY
		Modo 9	25.021	1.120	Plano XY
		Modo 10	25.021	10.651	Plano XY
		Modo 11	25.021	8.974	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 12	25.021	1.711	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.0524	Plano XY
		Modo 14	25.021	4.202	Plano XY
		Modo 15	25.021	8.699	Plano XY
		Modo 16	25.021	5.203	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0231	Plano XY
		Modo 18	25.021	1.585	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	15.671	Plano XY
		Modo 6	20.650	2.030	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.722	Plano XY
		Modo 8	20.650	7.912	Plano XY
		Modo 9	20.650	5.087	Plano XY
		Modo 10	20.650	4.727	Plano XY
		Modo 11	20.650	7.510	Plano XY
		Modo 12	20.650	20.879	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.748	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0918	Plano XY
		Modo 15	20.650	9.161	Plano XY
		Modo 16	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 17	20.650	25.637	Plano XY
		Modo 18	20.650	16.277	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	48.539	Plano XY
		Modo 6	19.983	4.981	Plano XY
		Modo 7	19.983	2.965	Plano XY
		Modo 8	19.983	5.918	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0710	Plano XY
		Modo 10	19.983	7.486	Plano XY
		Modo 11	19.983	16.637	Plano XY
		Modo 12	19.983	11.571	Plano XY
		Modo 13	19.983	4.232	Plano XY
		Modo 14	19.983	38.524	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.642	Plano XY
		Modo 16	19.983	25.193	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.857	Plano XY
		Modo 18	19.983	44.598	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N14/N16	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N17/N18	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	3.903	Plano XY
		Modo 6	22.519	15.498	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.0106	Plano XY
		Modo 8	22.519	19.212	Plano XY
		Modo 9	22.519	34.232	Plano XY
		Modo 10	22.519	8.174	Plano XY
		Modo 11	22.519	80.817	Plano XY
		Modo 12	22.519	1.238	Plano XY
		Modo 13	22.519	7.934	Plano XY
		Modo 14	22.519	36.906	Plano XY
		Modo 15	22.519	9.241	Plano XY
		Modo 16	22.519	7.032	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.265	Plano XY
		Modo 18	22.519	2.554	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	1.521	Plano XY
		Modo 6	20.991	1.565	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0921	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.233	Plano XY
		Modo 9	20.991	0.0481	Plano XY
		Modo 10	20.991	12.199	Plano XY
		Modo 11	20.991	1.261	Plano XY
		Modo 12	20.991	11.525	Plano XY
		Modo 13	20.991	0.640	Plano XY
		Modo 14	20.991	1.264	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.512	Plano XY
		Modo 16	20.991	1.251	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.205	Plano XY
		Modo 18	20.991	3.926	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0954	Plano XY
		Modo 6	19.358	47.752	Plano XY
		Modo 7	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.135	Plano XY
		Modo 9	19.358	11.996	Plano XY
		Modo 10	19.358	6.590	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.547	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.195	Plano XY
		Modo 13	19.358	3.977	Plano XY
		Modo 14	19.358	3.988	Plano XY
		Modo 15	19.358	2.266	Plano XY
		Modo 16	19.358	13.760	Plano XY
		Modo 17	19.358	33.881	Plano XY
		Modo 18	19.358	14.266	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	2.961	Plano XY
		Modo 6	21.729	1.916	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.036	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	21.729	17.774	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.685	Plano XY
		Modo 10	21.729	8.951	Plano XY
		Modo 11	21.729	32.030	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.279	Plano XY
		Modo 13	21.729	8.276	Plano XY
		Modo 14	21.729	22.502	Plano XY
		Modo 15	21.729	10.811	Plano XY
		Modo 16	21.729	2.268	Plano XY
		Modo 17	21.729	2.682	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0143	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	73.814	Plano XY
		Modo 6	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 7	25.021	75.724	Plano XY
		Modo 8	25.021	2.365	Plano XY
		Modo 9	25.021	5.392	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.449	Plano XY
		Modo 11	25.021	5.660	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.176	Plano XY
		Modo 13	25.021	10.389	Plano XY
		Modo 14	25.021	3.994	Plano XY
		Modo 15	25.021	26.543	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.405	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0333	Plano XY
		Modo 18	25.021	14.545	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	5.978	Plano XY
		Modo 6	20.650	9.707	Plano XY
		Modo 7	20.650	12.237	Plano XY
		Modo 8	20.650	16.749	Plano XY
		Modo 9	20.650	7.082	Plano XY
		Modo 10	20.650	3.043	Plano XY
		Modo 11	20.650	16.621	Plano XY
		Modo 12	20.650	33.569	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.729	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.427	Plano XY
		Modo 15	20.650	46.527	Plano XY
		Modo 16	20.650	13.873	Plano XY
		Modo 17	20.650	23.996	Plano XY
		Modo 18	20.650	16.168	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	60.298	Plano XY
		Modo 6	19.983	1.513	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.337	Plano XY
		Modo 8	19.983	8.888	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.385	Plano XY
		Modo 10	19.983	16.008	Plano XY
		Modo 11	19.983	28.945	Plano XY
		Modo 12	19.983	69.114	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	19.983	3.962	Plano XY
		Modo 14	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 15	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 16	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 17	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.943	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N18/N20	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N21/N22	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	28.374	Plano XY
		Modo 6	22.519	5.983	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.356	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.762	Plano XY
		Modo 9	22.519	91.935	Plano XY
		Modo 10	22.519	5.422	Plano XY
		Modo 11	22.519	5.419	Plano XY
		Modo 12	22.519	1.406	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.154	Plano XY
		Modo 14	22.519	1.189	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.230	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.284	Plano XY
		Modo 17	22.519	57.916	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.0039	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	10.222	Plano XY
		Modo 6	20.991	13.591	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.110	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.237	Plano XY
		Modo 9	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 10	20.991	21.569	Plano XY
		Modo 11	20.991	49.012	Plano XY
		Modo 12	20.991	0.137	Plano XY
		Modo 13	20.991	31.769	Plano XY
		Modo 14	20.991	28.980	Plano XY
		Modo 15	20.991	35.824	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 17	20.991	21.162	Plano XY
		Modo 18	20.991	75.693	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	1.260	Plano XY
		Modo 6	19.358	87.300	Plano XY
		Modo 7	19.358	55.471	Plano XY
		Modo 8	19.358	8.311	Plano XY
		Modo 9	19.358	9.409	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.145	Plano XY
		Modo 11	19.358	3.608	Plano XY
		Modo 12	19.358	26.869	Plano XY
		Modo 13	19.358	28.485	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0252	Plano XY
		Modo 15	19.358	7.341	Plano XY
		Modo 16	19.358	47.600	Plano XY
		Modo 17	19.358	47.101	Plano XY
		Modo 18	19.358	5.866	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	32.083	Plano XY
		Modo 6	21.729	11.003	Plano XY
		Modo 7	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 8	21.729	1.011	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.138	Plano XY
		Modo 10	21.729	2.562	Plano XY
		Modo 11	21.729	1.433	Plano XY
		Modo 12	21.729	4.453	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.790	Plano XY
		Modo 14	21.729	13.285	Plano XY
		Modo 15	21.729	13.268	Plano XY
		Modo 16	21.729	27.692	Plano XY
		Modo 17	21.729	40.187	Plano XY
		Modo 18	21.729	55.936	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.136	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.103	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.237	Plano XY
		Modo 8	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 9	25.021	22.244	Plano XY
		Modo 10	25.021	21.423	Plano XY
		Modo 11	25.021	17.359	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.903	Plano XY
		Modo 13	25.021	40.425	Plano XY
		Modo 14	25.021	28.516	Plano XY
		Modo 15	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 16	25.021	2.514	Plano XY
		Modo 17	25.021	3.697	Plano XY
		Modo 18	25.021	18.870	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.922	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 7	20.650	40.571	Plano XY
		Modo 8	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 9	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 10	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 11	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 12	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 13	20.650	2.086	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.198	Plano XY
		Modo 15	20.650	20.630	Plano XY
		Modo 16	20.650	2.788	Plano XY
		Modo 17	20.650	23.860	Plano XY
		Modo 18	20.650	51.339	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.484	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.129	Plano XY
		Modo 7	19.983	1.406	Plano XY
		Modo 8	19.983	3.027	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.267	Plano XY
		Modo 10	19.983	3.834	Plano XY
		Modo 11	19.983	1.172	Plano XY
		Modo 12	19.983	63.329	Plano XY
		Modo 13	19.983	28.463	Plano XY
		Modo 14	19.983	4.511	Plano XY
		Modo 15	19.983	39.465	Plano XY
		Modo 16	19.983	2.329	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0377	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0140	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N22/N24	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N25/N26	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.305	Plano XY
		Modo 6	22.519	0.453	Plano XY
		Modo 7	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.303	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 9	22.519	1.856	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.769	Plano XY
		Modo 11	22.519	22.583	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.168	Plano XY
		Modo 13	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 14	22.519	44.917	Plano XY
		Modo 15	22.519	2.551	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.766	Plano XY
		Modo 17	22.519	5.826	Plano XY
		Modo 18	22.519	4.269	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	2.710	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.243	Plano XY
		Modo 7	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 8	20.991	15.584	Plano XY
		Modo 9	20.991	3.981	Plano XY
		Modo 10	20.991	56.244	Plano XY
		Modo 11	20.991	22.057	Plano XY
		Modo 12	20.991	12.565	Plano XY
		Modo 13	20.991	26.486	Plano XY
		Modo 14	20.991	23.525	Plano XY
		Modo 15	20.991	17.870	Plano XY
		Modo 16	20.991	3.368	Plano XY
		Modo 17	20.991	6.046	Plano XY
		Modo 18	20.991	100.000	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.994	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.540	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.718	Plano XY
		Modo 8	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 9	19.358	36.327	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.957	Plano XY
		Modo 11	19.358	11.132	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0224	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.298	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.372	Plano XY
		Modo 15	19.358	0.254	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.109	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.0289	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.297	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.121	Plano XY
		Modo 6	21.729	0.0054	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.983	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.419	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.992	Plano XY
		Modo 10	21.729	0.0329	Plano XY
		Modo 11	21.729	16.505	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.544	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	21.729	10.252	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.987	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.273	Plano XY
		Modo 16	21.729	0.553	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.176	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0325	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	3.026	Plano XY
		Modo 6	25.021	1.665	Plano XY
		Modo 7	25.021	2.440	Plano XY
		Modo 8	25.021	1.477	Plano XY
		Modo 9	25.021	9.608	Plano XY
		Modo 10	25.021	3.534	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.374	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.0060	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.675	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.296	Plano XY
		Modo 15	25.021	2.864	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0086	Plano XY
		Modo 17	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.331	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	1.154	Plano XY
		Modo 6	20.650	27.886	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.209	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.000	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.763	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.527	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.930	Plano XY
		Modo 12	20.650	0.0043	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0177	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0803	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.113	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.0025	Plano XY
		Modo 17	20.650	1.441	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.202	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.413	Plano XY
		Modo 6	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 7	19.983	7.472	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.289	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.105	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.0635	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.837	Plano XY
		Modo 12	19.983	10.790	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.299	Plano XY
		Modo 14	19.983	28.860	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.358	Plano XY
		Modo 16	19.983	16.841	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0315	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	19.983	0.529	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N26/N28	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N29/N30	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	6.045	Plano XY
		Modo 6	22.519	7.482	Plano XY
		Modo 7	22.519	91.689	Plano XY
		Modo 8	22.519	2.003	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.301	Plano XY
		Modo 10	22.519	2.112	Plano XY
		Modo 11	22.519	0.0030	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.0201	Plano XY
		Modo 13	22.519	3.975	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.731	Plano XY
		Modo 15	22.519	1.183	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.177	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.000024	Plano XY
		Modo 18	22.519	1.409	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 6	20.991	36.612	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0753	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.875	Plano XY
		Modo 9	20.991	7.812	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.000315	Plano XY
		Modo 11	20.991	17.894	Plano XY
		Modo 12	20.991	30.123	Plano XY
		Modo 13	20.991	26.799	Plano XY
		Modo 14	20.991	27.358	Plano XY
		Modo 15	20.991	25.189	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.230	Plano XY
		Modo 17	20.991	3.808	Plano XY
		Modo 18	20.991	5.120	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	11.736	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	19.358	39.657	Plano XY
		Modo 7	19.358	39.240	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 9	19.358	11.276	Plano XY
		Modo 10	19.358	43.718	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.185	Plano XY
		Modo 12	19.358	97.972	Plano XY
		Modo 13	19.358	6.130	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.169	Plano XY
		Modo 15	19.358	54.408	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.0011	Plano XY
		Modo 17	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 18	19.358	4.525	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	61.027	Plano XY
		Modo 6	21.729	10.541	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.187	Plano XY
		Modo 8	21.729	4.149	Plano XY
		Modo 9	21.729	6.099	Plano XY
		Modo 10	21.729	8.667	Plano XY
		Modo 11	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.441	Plano XY
		Modo 13	21.729	5.195	Plano XY
		Modo 14	21.729	91.469	Plano XY
		Modo 15	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 16	21.729	30.288	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.0540	Plano XY
		Modo 18	21.729	50.979	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	1.340	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.826	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.205	Plano XY
		Modo 8	25.021	9.062	Plano XY
		Modo 9	25.021	80.474	Plano XY
		Modo 10	25.021	89.040	Plano XY
		Modo 11	25.021	7.360	Plano XY
		Modo 12	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 13	25.021	78.642	Plano XY
		Modo 14	25.021	6.156	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.0786	Plano XY
		Modo 16	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0052	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.176	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.185	Plano XY
		Modo 6	20.650	38.684	Plano XY
		Modo 7	20.650	28.368	Plano XY
		Modo 8	20.650	24.235	Plano XY
		Modo 9	20.650	33.037	Plano XY
		Modo 10	20.650	39.675	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 11	20.650	10.126	Plano XY
		Modo 12	20.650	5.041	Plano XY
		Modo 13	20.650	1.313	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.767	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.300	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.0016	Plano XY
		Modo 17	20.650	1.341	Plano XY
		Modo 18	20.650	100.000	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0183	Plano XY
		Modo 6	19.983	3.248	Plano XY
		Modo 7	19.983	51.686	Plano XY
		Modo 8	19.983	1.647	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0471	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.297	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.231	Plano XY
		Modo 12	19.983	15.612	Plano XY
		Modo 13	19.983	6.114	Plano XY
		Modo 14	19.983	16.571	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0622	Plano XY
		Modo 16	19.983	22.313	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0226	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.413	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N30/N32	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N33/N34	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	26.532	Plano XY
		Modo 6	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.766	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.695	Plano XY
		Modo 9	22.519	1.757	Plano XY
		Modo 10	22.519	56.523	Plano XY
		Modo 11	22.519	46.052	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.669	Plano XY
		Modo 13	22.519	18.570	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 14	22.519	40.018	Plano XY
		Modo 15	22.519	19.985	Plano XY
		Modo 16	22.519	1.433	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.0356	Plano XY
		Modo 18	22.519	13.653	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	1.835	Plano XY
		Modo 6	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 7	20.991	10.733	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.0489	Plano XY
		Modo 9	20.991	2.323	Plano XY
		Modo 10	20.991	31.229	Plano XY
		Modo 11	20.991	4.177	Plano XY
		Modo 12	20.991	2.395	Plano XY
		Modo 13	20.991	1.391	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.0427	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0612	Plano XY
		Modo 16	20.991	17.989	Plano XY
		Modo 17	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.873	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.888	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.730	Plano XY
		Modo 7	19.358	10.015	Plano XY
		Modo 8	19.358	1.080	Plano XY
		Modo 9	19.358	17.191	Plano XY
		Modo 10	19.358	2.392	Plano XY
		Modo 11	19.358	6.933	Plano XY
		Modo 12	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 13	19.358	26.748	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0180	Plano XY
		Modo 15	19.358	63.986	Plano XY
		Modo 16	19.358	4.144	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.546	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.153	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	17.358	Plano XY
		Modo 6	21.729	18.061	Plano XY
		Modo 7	21.729	9.349	Plano XY
		Modo 8	21.729	1.332	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.107	Plano XY
		Modo 10	21.729	16.034	Plano XY
		Modo 11	21.729	67.424	Plano XY
		Modo 12	21.729	37.549	Plano XY
		Modo 13	21.729	40.473	Plano XY
		Modo 14	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 15	21.729	98.157	Plano XY
		Modo 16	21.729	30.463	Plano XY
		Modo 17	21.729	3.859	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	21.729	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	64.706	Plano XY
		Modo 6	25.021	26.663	Plano XY
		Modo 7	25.021	35.189	Plano XY
		Modo 8	25.021	27.505	Plano XY
		Modo 9	25.021	24.632	Plano XY
		Modo 10	25.021	15.511	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.133	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.0657	Plano XY
		Modo 13	25.021	25.975	Plano XY
		Modo 14	25.021	26.793	Plano XY
		Modo 15	25.021	1.682	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.373	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.679	Plano XY
		Modo 18	25.021	33.040	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	3.369	Plano XY
		Modo 6	20.650	8.393	Plano XY
		Modo 7	20.650	1.219	Plano XY
		Modo 8	20.650	7.103	Plano XY
		Modo 9	20.650	5.517	Plano XY
		Modo 10	20.650	4.473	Plano XY
		Modo 11	20.650	17.088	Plano XY
		Modo 12	20.650	1.716	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.594	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0702	Plano XY
		Modo 15	20.650	68.383	Plano XY
		Modo 16	20.650	22.750	Plano XY
		Modo 17	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.387	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	18.512	Plano XY
		Modo 6	19.983	83.250	Plano XY
		Modo 7	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 8	19.983	3.498	Plano XY
		Modo 9	19.983	4.704	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.686	Plano XY
		Modo 11	19.983	3.155	Plano XY
		Modo 12	19.983	27.700	Plano XY
		Modo 13	19.983	26.705	Plano XY
		Modo 14	19.983	5.795	Plano XY
		Modo 15	19.983	1.197	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.809	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.786	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.799	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N34/N36	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N37/N38	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 6	22.519	47.769	Plano XY
		Modo 7	22.519	12.385	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.333	Plano XY
		Modo 9	22.519	53.679	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.0543	Plano XY
		Modo 11	22.519	2.401	Plano XY
		Modo 12	22.519	14.245	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.0292	Plano XY
		Modo 14	22.519	57.200	Plano XY
		Modo 15	22.519	9.335	Plano XY
		Modo 16	22.519	4.688	Plano XY
		Modo 17	22.519	54.196	Plano XY
		Modo 18	22.519	2.923	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	35.593	Plano XY
		Modo 6	20.991	21.341	Plano XY
		Modo 7	20.991	21.738	Plano XY
		Modo 8	20.991	1.234	Plano XY
		Modo 9	20.991	15.507	Plano XY
		Modo 10	20.991	6.455	Plano XY
		Modo 11	20.991	21.311	Plano XY
		Modo 12	20.991	38.490	Plano XY
		Modo 13	20.991	46.800	Plano XY
		Modo 14	20.991	40.988	Plano XY
		Modo 15	20.991	34.744	Plano XY
		Modo 16	20.991	50.236	Plano XY
		Modo 17	20.991	4.357	Plano XY
		Modo 18	20.991	39.609	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	5.284	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.0823	Plano XY
		Modo 7	19.358	15.810	Plano XY
		Modo 8	19.358	4.726	Plano XY
		Modo 9	19.358	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 10	19.358	55.190	Plano XY
		Modo 11	19.358	3.295	Plano XY
		Modo 12	19.358	30.373	Plano XY
		Modo 13	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 14	19.358	6.134	Plano XY
		Modo 15	19.358	9.179	Plano XY
		Modo 16	19.358	4.301	Plano XY
		Modo 17	19.358	25.186	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.541	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.0677	Plano XY
		Modo 6	21.729	4.336	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.224	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.0090	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.447	Plano XY
		Modo 10	21.729	0.744	Plano XY
		Modo 11	21.729	69.776	Plano XY
		Modo 12	21.729	1.264	Plano XY
		Modo 13	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.632	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.131	Plano XY
		Modo 16	21.729	31.045	Plano XY
		Modo 17	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 18	21.729	36.102	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 6	25.021	84.533	Plano XY
		Modo 7	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.197	Plano XY
		Modo 9	25.021	23.204	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.453	Plano XY
		Modo 11	25.021	21.933	Plano XY
		Modo 12	25.021	2.173	Plano XY
		Modo 13	25.021	85.230	Plano XY
		Modo 14	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 15	25.021	9.141	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.146	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.441	Plano XY
		Modo 18	25.021	65.744	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.102	Plano XY
		Modo 6	20.650	42.217	Plano XY
		Modo 7	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.609	Plano XY
		Modo 9	20.650	22.051	Plano XY
		Modo 10	20.650	50.756	Plano XY
		Modo 11	20.650	17.852	Plano XY
		Modo 12	20.650	52.973	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.291	Plano XY
		Modo 14	20.650	1.124	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 15	20.650	7.275	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.448	Plano XY
		Modo 17	20.650	13.429	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0243	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 6	19.983	19.210	Plano XY
		Modo 7	19.983	7.056	Plano XY
		Modo 8	19.983	2.086	Plano XY
		Modo 9	19.983	22.029	Plano XY
		Modo 10	19.983	23.670	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.774	Plano XY
		Modo 12	19.983	73.929	Plano XY
		Modo 13	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 14	19.983	4.119	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0429	Plano XY
		Modo 16	19.983	9.248	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0484	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.131	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N38/N40	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N41/N42	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	2.406	Plano XY
		Modo 6	22.519	23.913	Plano XY
		Modo 7	22.519	13.240	Plano XY
		Modo 8	22.519	2.306	Plano XY
		Modo 9	22.519	7.547	Plano XY
		Modo 10	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 11	22.519	22.981	Plano XY
		Modo 12	22.519	2.478	Plano XY
		Modo 13	22.519	13.453	Plano XY
		Modo 14	22.519	11.509	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.446	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0360	Plano XY
		Modo 17	22.519	1.535	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	22.519	26.753	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.327	Plano XY
		Modo 6	20.991	2.154	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.0199	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.218	Plano XY
		Modo 9	20.991	63.540	Plano XY
		Modo 10	20.991	36.675	Plano XY
		Modo 11	20.991	0.304	Plano XY
		Modo 12	20.991	8.917	Plano XY
		Modo 13	20.991	2.056	Plano XY
		Modo 14	20.991	1.669	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0967	Plano XY
		Modo 16	20.991	11.832	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.000727	Plano XY
		Modo 18	20.991	47.453	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 6	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 7	19.358	4.761	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.532	Plano XY
		Modo 9	19.358	30.586	Plano XY
		Modo 10	19.358	1.762	Plano XY
		Modo 11	19.358	0.536	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.625	Plano XY
		Modo 13	19.358	2.417	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.495	Plano XY
		Modo 15	19.358	5.245	Plano XY
		Modo 16	19.358	21.949	Plano XY
		Modo 17	19.358	8.936	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.0479	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	94.087	Plano XY
		Modo 6	21.729	46.999	Plano XY
		Modo 7	21.729	3.318	Plano XY
		Modo 8	21.729	24.923	Plano XY
		Modo 9	21.729	42.602	Plano XY
		Modo 10	21.729	1.057	Plano XY
		Modo 11	21.729	95.326	Plano XY
		Modo 12	21.729	23.836	Plano XY
		Modo 13	21.729	12.349	Plano XY
		Modo 14	21.729	2.762	Plano XY
		Modo 15	21.729	1.173	Plano XY
		Modo 16	21.729	1.838	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.0113	Plano XY
		Modo 18	21.729	23.746	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	59.178	Plano XY
		Modo 6	25.021	21.898	Plano XY
		Modo 7	25.021	16.756	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	25.021	0.318	Plano XY
		Modo 9	25.021	16.398	Plano XY
		Modo 10	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 11	25.021	9.527	Plano XY
		Modo 12	25.021	24.685	Plano XY
		Modo 13	25.021	4.241	Plano XY
		Modo 14	25.021	2.423	Plano XY
		Modo 15	25.021	42.243	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0042	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0334	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.767	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.169	Plano XY
		Modo 6	20.650	0.531	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.724	Plano XY
		Modo 8	20.650	0.0168	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.111	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.282	Plano XY
		Modo 11	20.650	1.132	Plano XY
		Modo 12	20.650	3.467	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0041	Plano XY
		Modo 14	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 15	20.650	16.207	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.301	Plano XY
		Modo 17	20.650	2.300	Plano XY
		Modo 18	20.650	1.267	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	1.644	Plano XY
		Modo 6	19.983	2.411	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.627	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.0682	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0025	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.786	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.906	Plano XY
		Modo 12	19.983	11.688	Plano XY
		Modo 13	19.983	2.414	Plano XY
		Modo 14	19.983	0.0051	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0412	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.689	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0289	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0535	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N42/N44	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N45/N46	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.000667	Plano XY
		Modo 6	22.519	0.0012	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.000105	Plano XY
		Modo 8	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 9	22.519	0.0079	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.000114	Plano XY
		Modo 11	22.519	3.668	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.0504	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.000357	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.0022	Plano XY
		Modo 15	22.519	0.000716	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.000029	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.000147	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.000014	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.0054	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.685	Plano XY
		Modo 8	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 9	20.991	1.376	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.000009	Plano XY
		Modo 11	20.991	0.0020	Plano XY
		Modo 12	20.991	1.473	Plano XY
		Modo 13	20.991	0.0420	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.0053	Plano XY
		Modo 15	20.991	0.0036	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.0274	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.000584	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.0231	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.000117	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.0058	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.000120	Plano XY
		Modo 9	19.358	0.0273	Plano XY
		Modo 10	19.358	1.290	Plano XY
		Modo 11	19.358	2.920	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0017	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.000662	Plano XY
		Modo 14	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 15	19.358	39.393	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.0011	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.0254	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.0702	Plano XY
		Modo 6	21.729	0.0532	Plano XY
		Modo 7	21.729	0.255	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.595	Plano XY
		Modo 9	21.729	24.637	Plano XY
		Modo 10	21.729	5.215	Plano XY
		Modo 11	21.729	44.776	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.367	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.766	Plano XY
		Modo 14	21.729	43.186	Plano XY
		Modo 15	21.729	49.890	Plano XY
		Modo 16	21.729	14.662	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.000040	Plano XY
		Modo 18	21.729	0.0095	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.0403	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.0321	Plano XY
		Modo 7	25.021	20.393	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0073	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.136	Plano XY
		Modo 10	25.021	0.0478	Plano XY
		Modo 11	25.021	0.0907	Plano XY
		Modo 12	25.021	0.116	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.0023	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.000662	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.000697	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0013	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0349	Plano XY
		Modo 18	25.021	86.685	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 6	20.650	0.646	Plano XY
		Modo 7	20.650	0.250	Plano XY
		Modo 8	20.650	0.0023	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.000685	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.0011	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.0038	Plano XY
		Modo 12	20.650	0.0405	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.122	Plano XY
		Modo 14	20.650	1.364	Plano XY
		Modo 15	20.650	4.025	Plano XY
		Modo 16	20.650	22.579	Plano XY
		Modo 17	20.650	17.032	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0062	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0072	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.0156	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 7	19.983	0.812	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.0069	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.000122	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.0021	Plano XY
		Modo 11	19.983	5.280	Plano XY
		Modo 12	19.983	0.229	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.000663	Plano XY
		Modo 14	19.983	0.0459	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.0263	Plano XY
		Modo 16	19.983	11.027	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.000020	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0425	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N46/N48	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N49/N50	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	5.745	Plano XY
		Modo 6	22.519	2.309	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.615	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.725	Plano XY
		Modo 9	22.519	72.636	Plano XY
		Modo 10	22.519	4.779	Plano XY
		Modo 11	22.519	7.392	Plano XY
		Modo 12	22.519	4.254	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.0307	Plano XY
		Modo 14	22.519	28.101	Plano XY
		Modo 15	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 16	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 17	22.519	1.847	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.962	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	32.708	Plano XY
		Modo 6	20.991	68.661	Plano XY
		Modo 7	20.991	79.782	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.246	Plano XY
		Modo 9	20.991	71.359	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 10	20.991	86.055	Plano XY
		Modo 11	20.991	7.465	Plano XY
		Modo 12	20.991	49.179	Plano XY
		Modo 13	20.991	2.090	Plano XY
		Modo 14	20.991	0.775	Plano XY
		Modo 15	20.991	1.349	Plano XY
		Modo 16	20.991	0.146	Plano XY
		Modo 17	20.991	5.116	Plano XY
		Modo 18	20.991	16.353	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.608	Plano XY
		Modo 6	19.358	1.580	Plano XY
		Modo 7	19.358	85.668	Plano XY
		Modo 8	19.358	1.758	Plano XY
		Modo 9	19.358	29.428	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.0166	Plano XY
		Modo 11	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.0159	Plano XY
		Modo 13	19.358	5.778	Plano XY
		Modo 14	19.358	6.948	Plano XY
		Modo 15	19.358	1.335	Plano XY
		Modo 16	19.358	6.987	Plano XY
		Modo 17	19.358	4.199	Plano XY
		Modo 18	19.358	1.153	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	0.651	Plano XY
		Modo 6	21.729	49.682	Plano XY
		Modo 7	21.729	12.272	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.256	Plano XY
		Modo 9	21.729	8.174	Plano XY
		Modo 10	21.729	11.004	Plano XY
		Modo 11	21.729	29.494	Plano XY
		Modo 12	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 13	21.729	0.518	Plano XY
		Modo 14	21.729	4.654	Plano XY
		Modo 15	21.729	3.139	Plano XY
		Modo 16	21.729	0.0830	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.242	Plano XY
		Modo 18	21.729	9.960	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	33.713	Plano XY
		Modo 6	25.021	7.935	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.337	Plano XY
		Modo 8	25.021	1.669	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.261	Plano XY
		Modo 10	25.021	9.647	Plano XY
		Modo 11	25.021	7.074	Plano XY
		Modo 12	25.021	4.716	Plano XY
		Modo 13	25.021	4.837	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 14	25.021	5.785	Plano XY
		Modo 15	25.021	0.123	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0457	Plano XY
		Modo 17	25.021	1.045	Plano XY
		Modo 18	25.021	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	20.588	Plano XY
		Modo 6	20.650	2.752	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.209	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.276	Plano XY
		Modo 9	20.650	1.340	Plano XY
		Modo 10	20.650	1.605	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.0429	Plano XY
		Modo 12	20.650	4.881	Plano XY
		Modo 13	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.087	Plano XY
		Modo 15	20.650	100.000	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.123	Plano XY
		Modo 17	20.650	65.355	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.000110	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	85.814	Plano XY
		Modo 6	19.983	34.629	Plano XY
		Modo 7	19.983	49.982	Plano XY
		Modo 8	19.983	23.858	Plano XY
		Modo 9	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 10	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 11	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 12	19.983	35.411	Plano XY
		Modo 13	19.983	5.772	Plano XY
		Modo 14	19.983	20.998	Plano XY
		Modo 15	19.983	0.963	Plano XY
		Modo 16	19.983	3.686	Plano XY
		Modo 17	19.983	10.350	Plano XY
		Modo 18	19.983	1.943	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N50/N52	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N53/N54	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	12.768	Plano XY
		Modo 6	22.519	5.472	Plano XY
		Modo 7	22.519	1.322	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.118	Plano XY
		Modo 9	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 10	22.519	0.204	Plano XY
		Modo 11	22.519	1.068	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.180	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.508	Plano XY
		Modo 14	22.519	57.489	Plano XY
		Modo 15	22.519	21.874	Plano XY
		Modo 16	22.519	6.987	Plano XY
		Modo 17	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.167	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	13.700	Plano XY
		Modo 6	20.991	0.373	Plano XY
		Modo 7	20.991	0.388	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.0352	Plano XY
		Modo 9	20.991	11.106	Plano XY
		Modo 10	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 11	20.991	13.107	Plano XY
		Modo 12	20.991	85.384	Plano XY
		Modo 13	20.991	11.111	Plano XY
		Modo 14	20.991	6.510	Plano XY
		Modo 15	20.991	6.533	Plano XY
		Modo 16	20.991	11.808	Plano XY
		Modo 17	20.991	3.687	Plano XY
		Modo 18	20.991	16.315	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.0145	Plano XY
		Modo 6	19.358	0.0198	Plano XY
		Modo 7	19.358	0.0156	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0013	Plano XY
		Modo 9	19.358	0.0214	Plano XY
		Modo 10	19.358	5.488	Plano XY
		Modo 11	19.358	32.201	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.141	Plano XY
		Modo 13	19.358	12.885	Plano XY
		Modo 14	19.358	55.372	Plano XY
		Modo 15	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 16	19.358	0.0487	Plano XY
		Modo 17	19.358	0.522	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.000008	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	11.235	Plano XY
		Modo 6	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.815	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 8	21.729	0.818	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.740	Plano XY
		Modo 10	21.729	4.486	Plano XY
		Modo 11	21.729	11.122	Plano XY
		Modo 12	21.729	42.900	Plano XY
		Modo 13	21.729	8.558	Plano XY
		Modo 14	21.729	11.548	Plano XY
		Modo 15	21.729	18.629	Plano XY
		Modo 16	21.729	17.918	Plano XY
		Modo 17	21.729	2.700	Plano XY
		Modo 18	21.729	24.168	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	72.425	Plano XY
		Modo 6	25.021	94.973	Plano XY
		Modo 7	25.021	83.798	Plano XY
		Modo 8	25.021	14.820	Plano XY
		Modo 9	25.021	39.957	Plano XY
		Modo 10	25.021	18.087	Plano XY
		Modo 11	25.021	1.841	Plano XY
		Modo 12	25.021	3.860	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.757	Plano XY
		Modo 14	25.021	12.927	Plano XY
		Modo 15	25.021	13.061	Plano XY
		Modo 16	25.021	3.902	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0039	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.851	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	7.247	Plano XY
		Modo 6	20.650	23.613	Plano XY
		Modo 7	20.650	42.619	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.695	Plano XY
		Modo 9	20.650	13.507	Plano XY
		Modo 10	20.650	9.787	Plano XY
		Modo 11	20.650	4.264	Plano XY
		Modo 12	20.650	9.104	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.346	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0235	Plano XY
		Modo 15	20.650	7.621	Plano XY
		Modo 16	20.650	1.850	Plano XY
		Modo 17	20.650	53.956	Plano XY
		Modo 18	20.650	0.0219	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.221	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.851	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.0425	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.715	Plano XY
		Modo 9	19.983	12.882	Plano XY
		Modo 10	19.983	1.121	Plano XY
		Modo 11	19.983	0.794	Plano XY
		Modo 12	19.983	23.327	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	19.983	12.862	Plano XY
		Modo 14	19.983	24.584	Plano XY
		Modo 15	19.983	28.767	Plano XY
		Modo 16	19.983	18.321	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0964	Plano XY
		Modo 18	19.983	100.000	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N54/N56	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N57/N58	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	0.431	Plano XY
		Modo 6	22.519	92.162	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.431	Plano XY
		Modo 8	22.519	3.700	Plano XY
		Modo 9	22.519	4.114	Plano XY
		Modo 10	22.519	4.980	Plano XY
		Modo 11	22.519	0.118	Plano XY
		Modo 12	22.519	5.984	Plano XY
		Modo 13	22.519	0.599	Plano XY
		Modo 14	22.519	0.102	Plano XY
		Modo 15	22.519	12.886	Plano XY
		Modo 16	22.519	3.112	Plano XY
		Modo 17	22.519	0.619	Plano XY
		Modo 18	22.519	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	0.0148	Plano XY
		Modo 6	20.991	2.512	Plano XY
		Modo 7	20.991	2.300	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.330	Plano XY
		Modo 9	20.991	1.164	Plano XY
		Modo 10	20.991	14.387	Plano XY
		Modo 11	20.991	7.905	Plano XY
		Modo 12	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 13	20.991	16.796	Plano XY
		Modo 14	20.991	14.210	Plano XY
		Modo 15	20.991	6.868	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 16	20.991	12.071	Plano XY
		Modo 17	20.991	0.294	Plano XY
		Modo 18	20.991	10.439	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.445	Plano XY
		Modo 6	19.358	9.413	Plano XY
		Modo 7	19.358	12.173	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.0849	Plano XY
		Modo 9	19.358	5.113	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.438	Plano XY
		Modo 11	19.358	7.297	Plano XY
		Modo 12	19.358	6.619	Plano XY
		Modo 13	19.358	0.383	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.119	Plano XY
		Modo 15	19.358	9.552	Plano XY
		Modo 16	19.358	17.544	Plano XY
		Modo 17	19.358	2.716	Plano XY
		Modo 18	19.358	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	56.902	Plano XY
		Modo 6	21.729	20.597	Plano XY
		Modo 7	21.729	4.884	Plano XY
		Modo 8	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.828	Plano XY
		Modo 10	21.729	4.312	Plano XY
		Modo 11	21.729	6.555	Plano XY
		Modo 12	21.729	0.653	Plano XY
		Modo 13	21.729	1.382	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.165	Plano XY
		Modo 15	21.729	0.274	Plano XY
		Modo 16	21.729	1.017	Plano XY
		Modo 17	21.729	0.000016	Plano XY
		Modo 18	21.729	3.337	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.110	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.571	Plano XY
		Modo 7	25.021	1.965	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0612	Plano XY
		Modo 9	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 10	25.021	2.505	Plano XY
		Modo 11	25.021	3.015	Plano XY
		Modo 12	25.021	1.900	Plano XY
		Modo 13	25.021	0.305	Plano XY
		Modo 14	25.021	0.371	Plano XY
		Modo 15	25.021	1.355	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.183	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.0084	Plano XY
		Modo 18	25.021	5.689	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	1.485	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	20.650	0.269	Plano XY
		Modo 7	20.650	1.179	Plano XY
		Modo 8	20.650	1.061	Plano XY
		Modo 9	20.650	0.0587	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.988	Plano XY
		Modo 11	20.650	0.422	Plano XY
		Modo 12	20.650	5.044	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.236	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.692	Plano XY
		Modo 15	20.650	0.809	Plano XY
		Modo 16	20.650	6.386	Plano XY
		Modo 17	20.650	21.132	Plano XY
		Modo 18	20.650	50.142	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	0.0135	Plano XY
		Modo 6	19.983	12.093	Plano XY
		Modo 7	19.983	0.0046	Plano XY
		Modo 8	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 9	19.983	12.095	Plano XY
		Modo 10	19.983	6.640	Plano XY
		Modo 11	19.983	45.080	Plano XY
		Modo 12	19.983	7.268	Plano XY
		Modo 13	19.983	0.392	Plano XY
		Modo 14	19.983	1.339	Plano XY
		Modo 15	19.983	4.513	Plano XY
		Modo 16	19.983	1.797	Plano XY
		Modo 17	19.983	1.970	Plano XY
		Modo 18	19.983	12.960	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N58/N60	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N61/N62	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	84.372	Plano XY
		Modo 6	22.519	37.817	Plano XY
		Modo 7	22.519	0.670	Plano XY
		Modo 8	22.519	7.400	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 9	22.519	0.174	Plano XY
		Modo 10	22.519	14.359	Plano XY
		Modo 11	22.519	29.421	Plano XY
		Modo 12	22.519	0.424	Plano XY
		Modo 13	22.519	25.351	Plano XY
		Modo 14	22.519	2.464	Plano XY
		Modo 15	22.519	7.663	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.0107	Plano XY
		Modo 17	22.519	12.993	Plano XY
		Modo 18	22.519	26.577	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	8.470	Plano XY
		Modo 6	20.991	56.038	Plano XY
		Modo 7	20.991	4.950	Plano XY
		Modo 8	20.991	0.131	Plano XY
		Modo 9	20.991	4.263	Plano XY
		Modo 10	20.991	0.394	Plano XY
		Modo 11	20.991	2.356	Plano XY
		Modo 12	20.991	10.105	Plano XY
		Modo 13	20.991	15.469	Plano XY
		Modo 14	20.991	17.101	Plano XY
		Modo 15	20.991	12.031	Plano XY
		Modo 16	20.991	20.056	Plano XY
		Modo 17	20.991	47.100	Plano XY
		Modo 18	20.991	0.112	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	0.380	Plano XY
		Modo 6	19.358	62.655	Plano XY
		Modo 7	19.358	26.193	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.177	Plano XY
		Modo 9	19.358	57.132	Plano XY
		Modo 10	19.358	20.952	Plano XY
		Modo 11	19.358	2.156	Plano XY
		Modo 12	19.358	6.447	Plano XY
		Modo 13	19.358	84.679	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.0202	Plano XY
		Modo 15	19.358	4.856	Plano XY
		Modo 16	19.358	52.752	Plano XY
		Modo 17	19.358	13.137	Plano XY
		Modo 18	19.358	2.365	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 6	21.729	63.858	Plano XY
		Modo 7	21.729	57.877	Plano XY
		Modo 8	21.729	0.0752	Plano XY
		Modo 9	21.729	1.684	Plano XY
		Modo 10	21.729	5.520	Plano XY
		Modo 11	21.729	73.275	Plano XY
		Modo 12	21.729	5.717	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 13	21.729	86.386	Plano XY
		Modo 14	21.729	48.383	Plano XY
		Modo 15	21.729	73.117	Plano XY
		Modo 16	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 17	21.729	72.061	Plano XY
		Modo 18	21.729	13.539	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	0.267	Plano XY
		Modo 6	25.021	0.139	Plano XY
		Modo 7	25.021	0.202	Plano XY
		Modo 8	25.021	0.0259	Plano XY
		Modo 9	25.021	0.298	Plano XY
		Modo 10	25.021	3.993	Plano XY
		Modo 11	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 12	25.021	40.042	Plano XY
		Modo 13	25.021	13.983	Plano XY
		Modo 14	25.021	84.787	Plano XY
		Modo 15	25.021	48.549	Plano XY
		Modo 16	25.021	0.0430	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.166	Plano XY
		Modo 18	25.021	3.159	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	0.0801	Plano XY
		Modo 6	20.650	1.183	Plano XY
		Modo 7	20.650	2.188	Plano XY
		Modo 8	20.650	3.584	Plano XY
		Modo 9	20.650	1.103	Plano XY
		Modo 10	20.650	0.891	Plano XY
		Modo 11	20.650	2.719	Plano XY
		Modo 12	20.650	54.311	Plano XY
		Modo 13	20.650	0.0084	Plano XY
		Modo 14	20.650	3.885	Plano XY
		Modo 15	20.650	86.008	Plano XY
		Modo 16	20.650	4.457	Plano XY
		Modo 17	20.650	87.405	Plano XY
		Modo 18	20.650	9.480	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	3.631	Plano XY
		Modo 6	19.983	0.170	Plano XY
		Modo 7	19.983	2.144	Plano XY
		Modo 8	19.983	0.610	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0987	Plano XY
		Modo 10	19.983	25.766	Plano XY
		Modo 11	19.983	3.345	Plano XY
		Modo 12	19.983	52.696	Plano XY
		Modo 13	19.983	84.619	Plano XY
		Modo 14	19.983	7.423	Plano XY
		Modo 15	19.983	5.082	Plano XY
		Modo 16	19.983	3.862	Plano XY
		Modo 17	19.983	0.0436	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 18	19.983	0.206	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N62/N64	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N65/N66	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 5	22.519	42.804	Plano XY
		Modo 6	22.519	1.145	Plano XY
		Modo 7	22.519	8.459	Plano XY
		Modo 8	22.519	0.710	Plano XY
		Modo 9	22.519	3.771	Plano XY
		Modo 10	22.519	65.090	Plano XY
		Modo 11	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 12	22.519	24.446	Plano XY
		Modo 13	22.519	45.642	Plano XY
		Modo 14	22.519	100.000	Plano XY
		Modo 15	22.519	58.981	Plano XY
		Modo 16	22.519	0.000127	Plano XY
		Modo 17	22.519	6.666	Plano XY
		Modo 18	22.519	0.880	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	20.991	21.383	Plano XY
		Modo 6	20.991	6.250	Plano XY
		Modo 7	20.991	25.277	Plano XY
		Modo 8	20.991	4.022	Plano XY
		Modo 9	20.991	3.307	Plano XY
		Modo 10	20.991	43.822	Plano XY
		Modo 11	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 12	20.991	3.228	Plano XY
		Modo 13	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 14	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 15	20.991	100.000	Plano XY
		Modo 16	20.991	67.477	Plano XY
		Modo 17	20.991	49.782	Plano XY
		Modo 18	20.991	85.362	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	19.358	12.997	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 6	19.358	17.185	Plano XY
		Modo 7	19.358	18.729	Plano XY
		Modo 8	19.358	0.136	Plano XY
		Modo 9	19.358	24.568	Plano XY
		Modo 10	19.358	0.0737	Plano XY
		Modo 11	19.358	10.208	Plano XY
		Modo 12	19.358	0.679	Plano XY
		Modo 13	19.358	42.983	Plano XY
		Modo 14	19.358	0.282	Plano XY
		Modo 15	19.358	20.977	Plano XY
		Modo 16	19.358	100.000	Plano XY
		Modo 17	19.358	3.072	Plano XY
		Modo 18	19.358	0.273	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	21.729	36.746	Plano XY
		Modo 6	21.729	1.369	Plano XY
		Modo 7	21.729	0.271	Plano XY
		Modo 8	21.729	7.349	Plano XY
		Modo 9	21.729	0.923	Plano XY
		Modo 10	21.729	100.000	Plano XY
		Modo 11	21.729	0.831	Plano XY
		Modo 12	21.729	2.201	Plano XY
		Modo 13	21.729	4.023	Plano XY
		Modo 14	21.729	0.785	Plano XY
		Modo 15	21.729	8.392	Plano XY
		Modo 16	21.729	70.556	Plano XY
		Modo 17	21.729	17.777	Plano XY
		Modo 18	21.729	18.952	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	1.141	Plano XY
		Modo 6	25.021	2.924	Plano XY
		Modo 7	25.021	3.304	Plano XY
		Modo 8	25.021	50.590	Plano XY
		Modo 9	25.021	34.985	Plano XY
		Modo 10	25.021	2.388	Plano XY
		Modo 11	25.021	6.173	Plano XY
		Modo 12	25.021	17.006	Plano XY
		Modo 13	25.021	100.000	Plano XY
		Modo 14	25.021	43.050	Plano XY
		Modo 15	25.021	3.078	Plano XY
		Modo 16	25.021	6.374	Plano XY
		Modo 17	25.021	0.893	Plano XY
		Modo 18	25.021	0.124	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 5	20.650	11.780	Plano XY
		Modo 6	20.650	29.861	Plano XY
		Modo 7	20.650	28.025	Plano XY
		Modo 8	20.650	16.679	Plano XY
		Modo 9	20.650	20.741	Plano XY
		Modo 10	20.650	8.778	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
		Modo 11	20.650	22.106	Plano XY
		Modo 12	20.650	14.261	Plano XY
		Modo 13	20.650	5.847	Plano XY
		Modo 14	20.650	0.0822	Plano XY
		Modo 15	20.650	1.868	Plano XY
		Modo 16	20.650	0.234	Plano XY
		Modo 17	20.650	3.342	Plano XY
		Modo 18	20.650	73.023	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 5	19.983	47.488	Plano XY
		Modo 6	19.983	6.727	Plano XY
		Modo 7	19.983	1.232	Plano XY
		Modo 8	19.983	2.302	Plano XY
		Modo 9	19.983	0.0806	Plano XY
		Modo 10	19.983	0.629	Plano XY
		Modo 11	19.983	34.823	Plano XY
		Modo 12	19.983	100.000	Plano XY
		Modo 13	19.983	42.948	Plano XY
		Modo 14	19.983	1.679	Plano XY
		Modo 15	19.983	12.353	Plano XY
		Modo 16	19.983	51.646	Plano XY
		Modo 17	19.983	10.101	Plano XY
		Modo 18	19.983	0.0703	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N66/N68	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N69/N70	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 3	40.272	100.000	Plano XY
		Modo 4	40.272	50.106	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 1	17.913	51.722	Plano XY
		Modo 2	17.913	100.000	Plano XY
		Modo 19	50.011	100.000	Plano XZ
		Modo 20	50.011	100.000	Plano XZ
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	16.933	100.000	Plano XY
		Modo 2	16.933	51.855	Plano XY
		Modo 19	47.274	100.000	Plano XZ
		Modo 20	47.274	22.886	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	17.091	100.000	Plano XY
		Modo 2	17.091	1.906	Plano XY
		Modo 19	47.717	100.000	Plano XZ
		Modo 20	47.717	100.000	Plano XZ
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.409	51.790	Plano XY
		Modo 2	17.409	100.000	Plano XY
		Modo 19	48.604	100.000	Plano XZ
		Modo 20	48.604	0.0191	Plano XZ
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.198	Plano XY
		Modo 4	19.461	100.000	Plano XY
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 1	18.091	100.000	Plano XY
		Modo 2	18.091	51.698	Plano XY
		Modo 19	50.507	13.926	Plano XZ
		Modo 20	50.507	100.000	Plano XZ
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 1	17.577	17.849	Plano XY
		Modo 2	17.577	49.363	Plano XY
		Modo 19	49.072	100.000	Plano XZ
		Modo 20	49.072	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N70/N72	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N73/N74	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	Modo 1	38.087	100.000	Plano XY
		Modo 2	38.087	70.219	Plano XY
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	Modo 3	17.956	60.916	Plano XY
		Modo 4	17.956	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	17.207	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.207	68.868	Plano XY
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	18.965	69.078	Plano XY
		Modo 4	18.965	100.000	Plano XY
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	17.573	100.000	Plano XY
		Modo 4	17.573	3.125	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	100.000	Plano XY
		Modo 2	19.229	2.969	Plano XY
		Modo 19	53.685	43.863	Plano XZ
		Modo 20	53.685	100.000	Plano XZ

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	Modo 3	19.878	69.188	Plano XY
		Modo 4	19.878	7.996	Plano XY
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	Modo 3	19.411	100.000	Plano XY
		Modo 4	19.411	69.132	Plano XY

Barra	Combinación	Modo	α	Participación (%)	Plano de pandeo
N74/N76	[1] PP+Q+V H1+V H2+N(EI)+N(R)	No pandea			
	[2] 1.35·PP+1.5·V H1	No pandea			
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[5] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(R)	No pandea			
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	No pandea			
	[7] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1	No pandea			
	[8] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(R)	No pandea			

2.3.3. Barras (Resumen)

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N5/N6	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 2	19.229	53.353	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	53.685	53.353	100.000	Plano XZ
N6/N8	--	--	--	--	--	No pandea
N9/N10	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.740	100.000	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	47.274	60.994	64.059	Plano XZ
N10/N12	--	--	--	--	--	No pandea
N13/N14	[4] 1.35·PP+1.5·Q+0.9·V H1+0.75·N(EI)	Modo 10	19.358	53.673	100.000	Plano XY
N14/N16	--	--	--	--	--	No pandea
N17/N18	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	73.814	Plano XY
N18/N20	--	--	--	--	--	No pandea
N21/N22	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 8	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N22/N24	--	--	--	--	--	No pandea
N25/N26	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 17	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N26/N28	--	--	--	--	--	No pandea
N29/N30	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 9	25.021	41.441	80.474	Plano XY
N30/N32	--	--	--	--	--	No pandea
N33/N34	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	64.706	Plano XY
N34/N36	--	--	--	--	--	No pandea
N37/N38	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N38/N40	--	--	--	--	--	No pandea
N41/N42	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	59.178	Plano XY
N42/N44	--	--	--	--	--	No pandea
N45/N46	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 7	25.021	41.441	20.393	Plano XY
N46/N48	--	--	--	--	--	No pandea
N49/N50	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	33.713	Plano XY
N50/N52	--	--	--	--	--	No pandea

Barra	Combinación	Modo	α	N (kN)	Participación (≥20.00 %)	Plano de pandeo
N53/N54	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 5	25.021	41.441	72.425	Plano XY
N54/N56	--	--	--	--	--	No pandea
N57/N58	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 9	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N58/N60	--	--	--	--	--	No pandea
N61/N62	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 11	25.021	41.441	100.000	Plano XY
N62/N64	--	--	--	--	--	No pandea
N65/N66	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 8	25.021	41.441	50.590	Plano XY
N66/N68	--	--	--	--	--	No pandea
N69/N70	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 3	19.461	52.740	52.198	Plano XY
	[3] 1.35·PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	47.274	60.994	100.000	Plano XZ
N70/N72	--	--	--	--	--	No pandea
N73/N74	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 1	19.229	53.353	100.000	Plano XY
	[6] PP+1.5·V H1+0.75·N(EI)	Modo 19	53.685	53.353	43.863	Plano XZ
N74/N76	--	--	--	--	--	No pandea

2.4. Uniones

2.4.1. Especificaciones

Norma:

EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Design of steel structures - Part 1-8 (May 2005): "Design of joints". Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (EN 1993-1-1).

- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

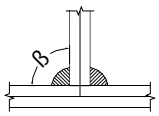
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

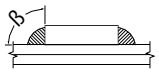
5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo β comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos β > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.

- Para ángulos β < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises $\sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}^{2} + \tau_{//}^{2}\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$

Tensión normal $\sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$

Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

2.4.2. Referencias y simbología

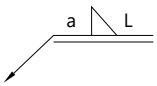
a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

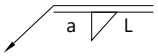
<u>Método de representación de soldaduras</u>

Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

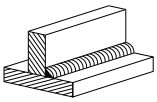
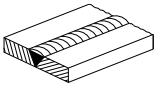
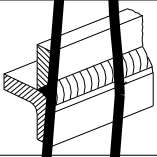


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

2.4.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

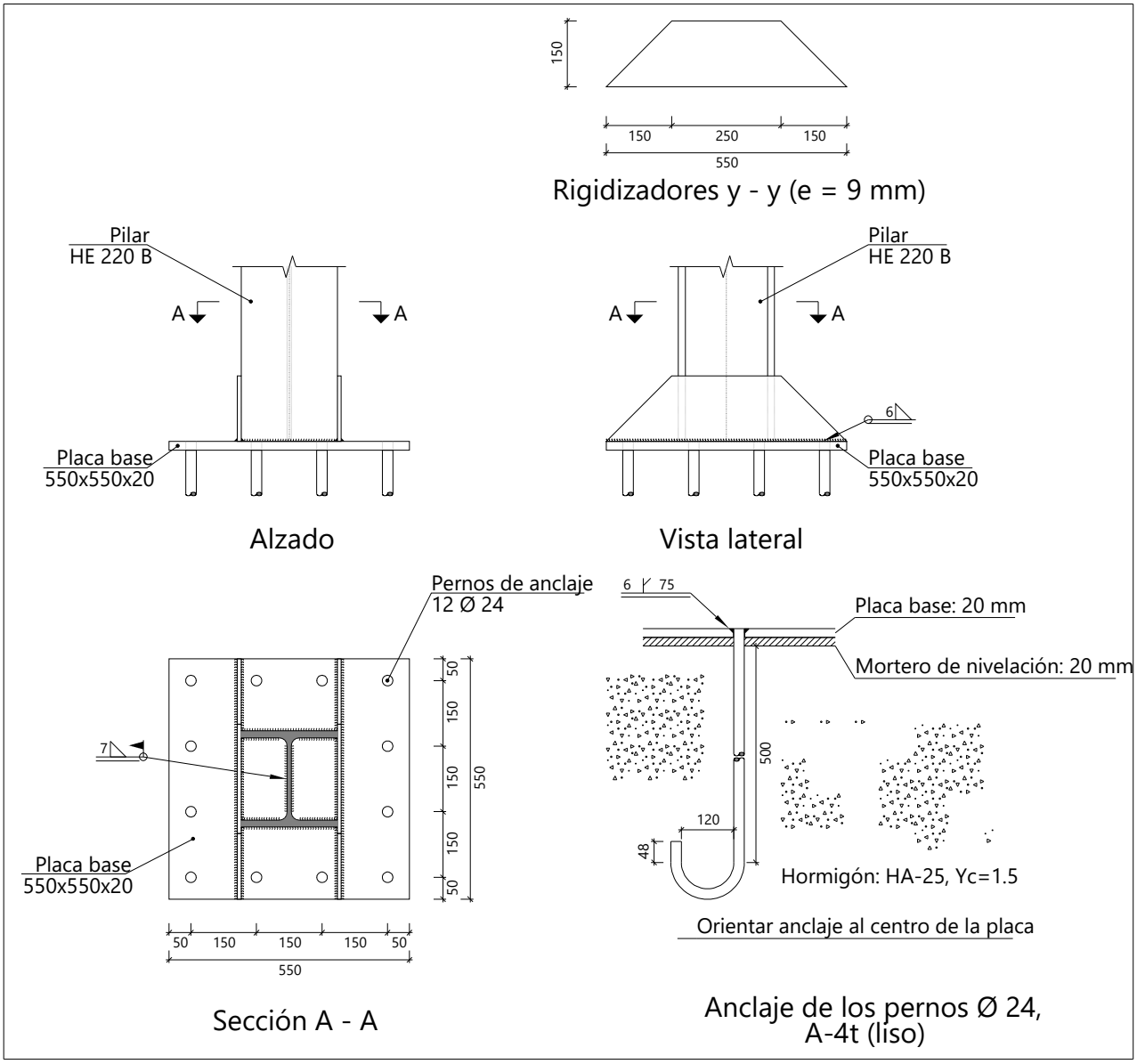
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

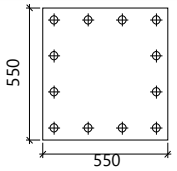
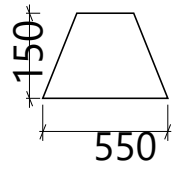
2.4.4. Memoria de cálculo

2.4.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		550	550	20	12	36	26	6	Fe360	235.0	360.0
Rigidizador		550	150	9	-	-	-	-	Fe360	235.0	360.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							360.0	0.80

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 151 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 42.9	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 24 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.51 kN Máximo: 41.37 kN Calculado: 0.23 kN Máximo: 59.1 kN Calculado: 56.85 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 67.78 kN Calculado: 50.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 240 MPa Calculado: 142.206 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 225.6 kN Calculado: 0.23 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 235 MPa Calculado: 56.5547 MPa Calculado: 56.5547 MPa Calculado: 159.237 MPa Calculado: 221.563 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 4981.16 Calculado: 4981.16 Calculado: 4345.54 Calculado: 3437.59	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 235 MPa Calculado: 118.695 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.131 - Punto de tensión local máxima: (-0.11, 0.11)		

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	9.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	75	20.0	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							360.0	0.80
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	166.4	288.3	80.08	0.0	0.00	360.0	0.80

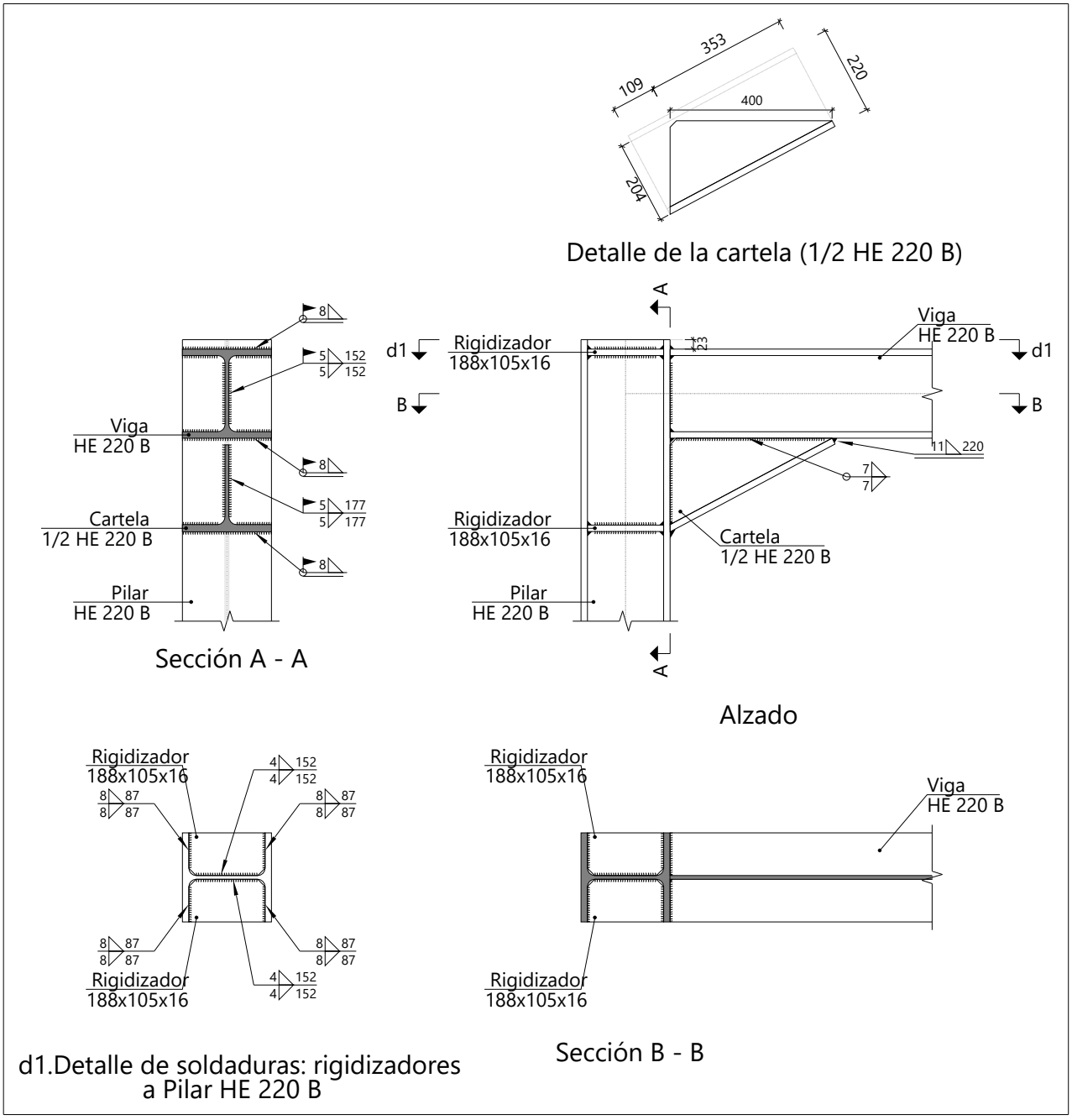
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	2136
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	905
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

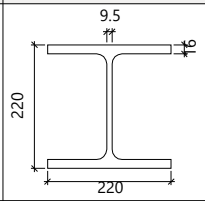
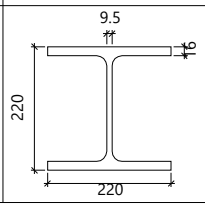
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	1	550x550x20	47.49
	Rigidizadores pasantes	2	550/250x150/0x9	8.48
			Total	55.97
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	12	Ø 24 - L = 564 + 274	35.72
			Total	35.72

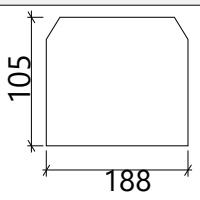
2.4.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0
Viga	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		188	105	16	S275 (EN 1993-1-1)	275.0	430.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	31.03
	Cortante	kN	544.88	610.95	89.19
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.48	275.00	28.17
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.58	275.00	28.21
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.48	275.00	28.17
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	77.58	275.00	28.21
Ala	Cortante	N/mm²	153.23	275.00	55.72

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	87	16.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	54.8	54.8	0.0	109.6	27.07	54.8	17.69	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	88.7	153.6	37.96	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	54.9	54.9	0.0	109.7	27.11	54.9	17.72	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.8	153.8	38.01	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	54.8	54.8	0.0	109.6	27.07	54.8	17.69	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	88.7	153.6	37.96	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	54.9	54.9	0.0	109.7	27.11	54.9	17.72	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.8	153.8	38.01	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Viga HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	227.48	510.72	44.54

Conexiones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	152	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	90.00
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	193	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	220	16.0	61.97
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	400	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	220	16.0	61.97

a: Espesor de garganta efectivo
l: Longitud de las soldaduras
t: Espesores de material

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	51.9	51.9	0.0	103.8	25.65	51.9	16.76	430.0	0.85
Soldadura del alma	43.3	43.3	16.0	90.9	22.47	43.3	13.98	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	42.5	42.5	16.0	89.4	22.09	42.5	13.72	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	37.9	63.2	0.0	115.9	28.63	56.0	18.09	430.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	9.6	16.7	4.13	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							430.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	1216
			7	800
			8	1392
			11	220
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	689
			8	1184

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	4	188x105x16	9.92
			Total	9.92

2.4.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
360.0	En taller	En ángulo	6	38448
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	16286
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	19674
430.0	En taller	En ángulo	4	21888
			7	14400
			8	25056
			11	3960
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	12406
			8	21303

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (EN 1993-1-1)	Rigidizadores	72	188x105x16	178.51
			Total	178.51

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
Fe360	Placa base	18	550x550x20	854.87
	Rigidizadores pasantes	36	550/250x150/0x9	152.60
			Total	1007.47
A-4t (liso)	Pernos de anclaje	216	Ø 24 - L = 564 + 274	642.96
			Total	642.96

3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N5, N9, N69 y N73	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 208.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 61.5 cm Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 270 cm Canto: 95 cm	Sup X: 12Ø20c/22 Sup Y: 10Ø16c/13 Inf X: 12Ø20c/22 Inf Y: 10Ø16c/13
N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 193.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 61.5 cm Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 255 cm Canto: 85 cm	Sup X: 10Ø20c/26 Sup Y: 6Ø20c/24 Inf X: 10Ø20c/26 Inf Y: 6Ø20c/24

3.1.2. Medición

Referencias: N5, N9, N69 y N73		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		12x1.76 12x4.34	21.12 52.09
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	10x2.91 10x4.59		29.10 45.93
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		12x1.90 12x4.69	22.80 56.23
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	10x3.01 10x4.75		30.10 47.51
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	59.20 93.44	43.92 108.32	 201.76
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	65.12 102.78	48.31 119.16	 221.94

Referencias: N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	10x1.76 10x4.34	17.60 43.40
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	6x2.86 6x7.05	17.16 42.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	10x1.90 10x4.69	19.00 46.86
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	6x3.00 6x7.40	18.00 44.39
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	71.76 176.97	 176.97
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	78.94 194.67	 194.67

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N5, N9, N69 y N73	4x102.79	4x119.15	887.76	4x3.72	4x0.39
Referencias: N13, N17, N21, N25, N29, N33, N37, N41, N45, N49, N53, N57, N61 y N65		14x194.67	2725.38	14x3.14	14x0.37

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Totales	411.16	3201.98	3613.14	58.88	6.74

3.1.3. Comprobación

Referencia: N5
Dimensiones: 145 x 270 x 95
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.075 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.072 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.150 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 35307.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 33.4 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 23.36	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.56 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -84.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 54.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 39.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 11.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N5:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple

Referencia: N5 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 123 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 128 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N5 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 51.48 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.20 kN, Axil concomitante: 110.39 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN		

Referencia: N9 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.085 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.046 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.091 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.170 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.093 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1923.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 20.71	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.73 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -85.82 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 54.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 123 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 128 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 53.53 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 114.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN		

Referencia: N13 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede[1]

Referencia: N13 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* *(1) Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N13 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N17 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple

Referencia: N17 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede[1]
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* [1] *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N17:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N17
Dimensiones: 145 x 255 x 85
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN

Referencia: N21 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N21 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		

Referencia: N21 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N25 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N25:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple

Referencia: N25 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N25 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N29:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	

Referencia: N29 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N33 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple

Referencia: N33 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple

Referencia: N33 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N37 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple

Referencia: N37 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* *(1) Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	 Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	 No procede(1) Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	 Momento: 5.97 kN·m Momento: -69.13 kN·m	 Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	 Cortante: 0.00 kN Cortante: 46.11 kN	 Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	 Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 40.3 kN/m² Calculado: 15.6 kN/m²	 Cumple Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	 Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N37:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1* - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	 Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 24 cm Calculado: 26 cm Calculado: 24 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	 Mínimo: 10 cm Calculado: 26 cm Calculado: 24 cm Calculado: 26 cm Calculado: 24 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		

Referencia: N37 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN

Referencia: N41 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple

Referencia: N41
Dimensiones: 145 x 255 x 85
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* (1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN

Referencia: N45 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N45:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N45
Dimensiones: 145 x 255 x 85
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24

Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14

Referencia: N45 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N49 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N49:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N53 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple

Referencia: N53 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N53:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	

Referencia: N53 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N57 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple

Referencia: N57 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N57:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple

Referencia: N57 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN		

Referencia: N61 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1709.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple

Referencia: N61 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* (1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N61:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		

Referencia: N61 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN

Referencia: N65 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.082 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.103 MPa	Cumple

Referencia: N65 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.109 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 28927.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.* (1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.16	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.97 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -69.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 46.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N65:	Mínimo: 49 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00145	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N65 Dimensiones: 145 x 255 x 85 Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/24 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 122 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 129 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 31 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 46.94 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 100.66 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 404.76 kN

Referencia: N69 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.085 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.046 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.091 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.170 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.093 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1923.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 20.71	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.73 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -85.82 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 54.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 40.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N69:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N69
Dimensiones: 145 x 270 x 95
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 123 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 128 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: N69 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Zapata de tipo rígido - Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 53.53 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.58 kN, Axil concomitante: 114.80 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN		

Referencia: N73 Dimensiones: 145 x 270 x 95 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.075 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.072 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.150 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.073 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 35307.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 33.4 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:		No procede(1)
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 23.36	Cumple
(1) *Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.*		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.56 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -84.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 54.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 39.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 11.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple

Referencia: N73
Dimensiones: 145 x 270 x 95
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N73:	Mínimo: 49 cm Calculado: 88 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 123 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 128 cm	 Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 24 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	 Cumple

Referencia: N73
Dimensiones: 145 x 270 x 95
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/13 Xs:Ø20c/22 Ys:Ø16c/13

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 51.48 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.20 kN, Axil concomitante: 110.39 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 443.22 kN

ANEXO VII: CÁLCULO MESAS PARQUE FOTOVOLTÁICO

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2
1.2.2. Combinaciones..... 5

2. ESTRUCTURA..... 8
2.1. Cargas..... 8
2.1.1. Barras..... 8

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Acero conformado: Eurocódigos 3 y 4

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero conformado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero conformado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Característica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

1.2.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP	Peso propio
V H1	Cubiertas aisladas
V H2	Cubiertas aisladas
N(EI)	Nieve (estado inicial)
N(R)	Nieve (redistribución)
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY
1	1.000						
2	1.600						
3	1.000	1.600					
4	1.600	1.600					
5	1.000		1.600				
6	1.600		1.600				
7	1.000			1.600			
8	1.600			1.600			
9	1.000	0.960		1.600			
10	1.600	0.960		1.600			
11	1.000		0.960	1.600			
12	1.600		0.960	1.600			
13	1.000	1.600		0.800			
14	1.600	1.600		0.800			
15	1.000		1.600	0.800			
16	1.600		1.600	0.800			
17	1.000				1.600		
18	1.600				1.600		
19	1.000	0.960			1.600		
20	1.600	0.960			1.600		
21	1.000		0.960		1.600		
22	1.600		0.960		1.600		
23	1.000	1.600			0.800		
24	1.600	1.600			0.800		
25	1.000		1.600		0.800		
26	1.600		1.600		0.800		
27	1.000					-0.300	-1.000
28	1.000					0.300	-1.000
29	1.000					-1.000	-0.300
30	1.000					-1.000	0.300
31	1.000					0.300	1.000
32	1.000					-0.300	1.000
33	1.000					1.000	0.300
34	1.000					1.000	-0.300

▪ E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY
1	1.000						

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

Comb.	PP	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY
1	1.000						
2	1.350						
3	1.000	1.500					
4	1.350	1.500					
5	1.000		1.500				
6	1.350		1.500				
7	1.000			1.500			
8	1.350			1.500			
9	1.000	0.900		1.500			
10	1.350	0.900		1.500			
11	1.000		0.900	1.500			
12	1.350		0.900	1.500			
13	1.000	1.500		0.750			
14	1.350	1.500		0.750			
15	1.000		1.500	0.750			
16	1.350		1.500	0.750			
17	1.000				1.500		
18	1.350				1.500		
19	1.000	0.900			1.500		
20	1.350	0.900			1.500		
21	1.000		0.900		1.500		
22	1.350		0.900		1.500		
23	1.000	1.500			0.750		
24	1.350	1.500			0.750		
25	1.000		1.500		0.750		
26	1.350		1.500		0.750		
27	1.000					-0.300	-1.000
28	1.000					0.300	-1.000
29	1.000					-1.000	-0.300
30	1.000					-1.000	0.300
31	1.000					0.300	1.000
32	1.000					-0.300	1.000
33	1.000					1.000	0.300
34	1.000					1.000	-0.300

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	V H1	V H2	N(EI)	N(R)	SX	SY
1	1.000						
2	1.000	1.000					
3	1.000		1.000				
4	1.000			1.000			
5	1.000	1.000		1.000			
6	1.000		1.000	1.000			
7	1.000				1.000		
8	1.000	1.000			1.000		
9	1.000		1.000		1.000		
10	1.000					-1.000	
11	1.000					1.000	
12	1.000						-1.000
13	1.000						1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Cargas

2.1.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N95	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N95	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N95	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N2/N95	V H1	Uniforme	1.450	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N2/N95	V H2	Uniforme	5.581	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N2/N95	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N95	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N60	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N60	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N60	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N95/N60	V H1	Faja	1.450	-	0.000	0.100	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N95/N60	V H1	Faja	1.212	-	0.100	0.164	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N95/N60	V H2	Faja	3.503	-	0.100	0.164	Globales	0.000	-0.376	0.927
N95/N60	V H2	Faja	5.581	-	0.000	0.100	Globales	0.000	-0.376	0.927
N95/N60	V H2	Faja	1.572	-	0.100	0.164	Globales	0.000	-0.376	0.927
N95/N60	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N60	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N98	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N98	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N98	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N60/N98	V H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N60/N98	V H2	Uniforme	3.503	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N60/N98	V H2	Uniforme	1.572	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N60/N98	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N98	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N98/N101	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N98/N101	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N98/N101	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N98/N101	V H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N98/N101	V H2	Uniforme	3.503	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N98/N101	V H2	Uniforme	1.572	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N98/N101	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N98/N101	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N101/N62	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N101/N62	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N101/N62	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N101/N62	V H1	Uniforme	1.212	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N101/N62	V H2	Uniforme	3.503	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N101/N62	V H2	Uniforme	1.572	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N101/N62	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N101/N62	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N104	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N104	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N104	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N62/N104	V H1	Faja	1.450	-	0.065	0.150	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N62/N104	V H1	Faja	1.212	-	0.000	0.065	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N62/N104	V H2	Faja	3.503	-	0.000	0.065	Globales	0.000	-0.376	0.927

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N62/N104	V H2	Faja	5.581	-	0.065	0.150	Globales	0.000	-0.376	0.927
N62/N104	V H2	Faja	1.572	-	0.000	0.065	Globales	0.000	-0.376	0.927
N62/N104	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N104	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N104/N4	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N104/N4	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N104/N4	V H1	Uniforme	3.522	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N104/N4	V H1	Uniforme	1.450	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N104/N4	V H2	Uniforme	5.581	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N104/N4	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N104/N4	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N96	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N96	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N96	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N6/N96	V H1	Uniforme	7.411	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N6/N96	V H2	Uniforme	11.162	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N6/N96	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N96	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N96/N52	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N96/N52	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N96/N52	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N96/N52	V H1	Faja	7.411	-	0.000	0.099	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N96/N52	V H1	Faja	6.197	-	0.099	0.164	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N96/N52	V H2	Faja	0.876	-	0.099	0.164	Globales	0.000	-0.376	0.927
N96/N52	V H2	Faja	11.162	-	0.000	0.099	Globales	0.000	-0.376	0.927
N96/N52	V H2	Faja	8.036	-	0.099	0.164	Globales	0.000	-0.376	0.927
N96/N52	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N96/N52	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N99	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N99	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N99	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N52/N99	V H1	Uniforme	6.197	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N52/N99	V H2	Uniforme	0.876	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N52/N99	V H2	Uniforme	8.036	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N52/N99	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N99	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N99/N102	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N99/N102	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N99/N102	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N99/N102	V H1	Uniforme	6.197	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N99/N102	V H2	Uniforme	0.876	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N99/N102	V H2	Uniforme	8.036	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N99/N102	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N99/N102	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N102/N54	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N102/N54	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N102/N54	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N102/N54	V H1	Uniforme	6.197	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N102/N54	V H2	Uniforme	0.876	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N102/N54	V H2	Uniforme	8.036	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N102/N54	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N102/N54	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N105	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N105	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N105	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N54/N105	V H1	Faja	7.411	-	0.065	0.150	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N54/N105	V H1	Faja	6.197	-	0.000	0.065	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N54/N105	V H2	Faja	0.876	-	0.000	0.065	Globales	0.000	-0.376	0.927
N54/N105	V H2	Faja	11.162	-	0.065	0.150	Globales	0.000	-0.376	0.927
N54/N105	V H2	Faja	8.036	-	0.000	0.065	Globales	0.000	-0.376	0.927
N54/N105	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N105	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N105/N8	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N105/N8	Peso propio	Uniforme	5.385	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N105/N8	V H1	Uniforme	0.881	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N105/N8	V H1	Uniforme	7.412	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N105/N8	V H2	Uniforme	11.162	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N105/N8	N(EI)	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N105/N8	N(R)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N97	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N97	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N97	V H1	Uniforme	4.028	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N10/N97	V H2	Uniforme	5.581	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N10/N97	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N97	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N97/N44	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N97/N44	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N97/N44	V H1	Faja	4.028	-	0.000	0.099	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N97/N44	V H1	Faja	3.368	-	0.099	0.164	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N97/N44	V H2	Faja	5.581	-	0.000	0.099	Globales	0.000	-0.376	0.927
N97/N44	V H2	Faja	4.367	-	0.099	0.164	Globales	0.000	-0.376	0.927
N97/N44	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N97/N44	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N100	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N100	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N100	V H1	Uniforme	3.368	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N44/N100	V H2	Uniforme	4.367	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N44/N100	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N100	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N100/N103	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N100/N103	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N100/N103	V H1	Uniforme	3.368	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N100/N103	V H2	Uniforme	4.367	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N100/N103	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N100/N103	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N103/N46	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N103/N46	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N103/N46	V H1	Uniforme	3.368	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N103/N46	V H2	Uniforme	4.367	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N103/N46	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N103/N46	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N106	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N106	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N106	V H1	Faja	4.028	-	0.065	0.150	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N46/N106	V H1	Faja	3.368	-	0.000	0.065	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N46/N106	V H2	Faja	5.581	-	0.065	0.150	Globales	0.000	-0.376	0.927
N46/N106	V H2	Faja	4.367	-	0.000	0.065	Globales	0.000	-0.376	0.927
N46/N106	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N106	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N106/N12	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N106/N12	Peso propio	Uniforme	2.693	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N106/N12	V H1	Uniforme	4.028	-	-	-	Globales	-0.000	0.376	-0.927
N106/N12	V H2	Uniforme	5.581	-	-	-	Globales	0.000	-0.376	0.927
N106/N12	N(EI)	Uniforme	0.594	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N106/N12	N(R)	Uniforme	0.297	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N93	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N93/N44	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N94	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N94/N46	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N91	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N91/N52	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N53/N92	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N92/N54	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N89	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N89/N60	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N61/N90	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N90/N62	Peso propio	Uniforme	0.047	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N89/N90	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N91/N92	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N93/N94	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N95/N96	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N96/N97	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N98/N99	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N99/N100	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N101/N102	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N102/N103	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N104/N105	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N105/N106	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N43	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

ANEXO VIII: CÁLCULO EDIFICIO CONTROL DE ACCESO

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2
1.3. Sismo..... 5
1.3.1. Datos generales de sismo..... 5

2. ESTRUCTURA..... 6
2.1. Geometría..... 6
2.1.1. Nudos..... 6
2.1.2. Barras..... 7
2.2. Resultados..... 10
2.2.1. Nudos..... 11
2.2.2. Barras..... 220
2.2.3. Sismo..... 1885

3. CIMENTACIÓN..... 1888
3.1. Elementos de cimentación aislados..... 1888
3.1.1. Descripción..... 1888
3.1.2. Medición..... 1889
3.1.3. Comprobación..... 1891
3.2. Vigas..... 1913
3.2.1. Descripción..... 1913
3.2.2. Medición..... 1914
3.2.3. Comprobación..... 1915

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: D. Comercios

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	4.970	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	5.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	5.000	4.970	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	10.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	10.000	4.970	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	15.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	15.000	4.970	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	20.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	20.000	4.970	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	0.000	2.580	0.250	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N38	0.000	2.580	3.250	-	-	-	-	-	-	Genérica

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N39	5.000	2.580	0.250	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N40	5.000	2.580	3.250	-	-	-	-	-	-	Genérica
N41	15.000	2.580	0.250	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N42	15.000	2.580	3.250	-	-	-	-	-	-	Genérica
N44	20.000	2.580	3.250	-	-	-	-	-	-	Genérica
N45	20.000	2.580	0.250	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N46	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N47	5.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N48	10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N49	10.000	4.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N50	15.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N51	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N53	20.000	4.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N54	15.000	4.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N55	5.000	4.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N56	0.000	4.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N58	0.000	-1.600	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N59	20.000	-1.600	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	15.000	-1.600	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	10.000	-1.600	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	5.000	-1.600	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N47/N6	N47/N6	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N55/N8	N55/N8	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N48/N10	N48/N10	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N50/N14	N50/N14	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N54/N16	N54/N16	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N51/N18	N51/N18	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N53/N20	N53/N20	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	-	-
		N2/N6	N2/N18	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N6/N10	N2/N18	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N10/N14	N2/N18	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N18	N2/N18	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N8	N4/N20	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N8/N12	N4/N20	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N16	N4/N20	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N16/N20	N4/N20	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N37/N38	N37/N38	UPN 160 (UPN)	-	2.890	0.110	1.00	0.70	-	-
		N39/N40	N39/N40	UPN 160 (UPN)	-	2.890	0.110	1.00	1.00	-	-
		N41/N42	N41/N42	UPN 160 (UPN)	-	2.890	0.110	1.00	1.00	-	-
		N45/N44	N45/N44	UPN 160 (UPN)	-	2.890	0.110	1.00	1.00	-	-
		N49/N12	N49/N12	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	3.250	3.250
		N46/N2	N46/N2	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	3.250	3.250
		N56/N4	N56/N4	UPN 180 (UPN)	-	3.140	0.110	1.00	0.70	3.250	3.250
		N58/N62	N58/N59	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N62/N61	N58/N59	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N61/N60	N58/N59	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N60/N59	N58/N59	UPN 220 (UPN)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N58/N2	N58/N4	UPN 220 (UPN)	-	1.510	0.090	1.00	1.00	-	-
		N2/N38	N58/N4	UPN 220 (UPN)	0.090	2.490	-	0.50	1.00	-	-
		N38/N4	N58/N4	UPN 220 (UPN)	-	2.300	0.090	0.50	1.00	-	-
		N62/N6	N62/N8	UPN 220 (UPN)	-	1.510	0.090	1.00	1.00	-	-
		N6/N40	N62/N8	UPN 220 (UPN)	0.090	2.490	-	0.50	1.00	-	-
		N40/N8	N62/N8	UPN 220 (UPN)	-	2.300	0.090	0.50	1.00	-	-
		N61/N10	N61/N12	UPN 220 (UPN)	-	1.510	0.090	1.00	1.00	-	-
		N10/N12	N61/N12	UPN 220 (UPN)	0.090	4.790	0.090	0.50	1.00	1.000	4.970
		N60/N14	N60/N16	UPN 220 (UPN)	-	1.510	0.090	1.00	1.00	-	-
		N14/N42	N60/N16	UPN 220 (UPN)	0.090	2.490	-	0.50	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N42/N16	N60/N16	UPN 220 (UPN)	-	2.300	0.090	0.50	1.00	-	-
		N59/N18	N59/N20	UPN 220 (UPN)	-	1.510	0.090	1.00	1.00	-	-
		N18/N44	N59/N20	UPN 220 (UPN)	0.090	2.490	-	0.50	1.00	-	-
		N44/N20	N59/N20	UPN 220 (UPN)	-	2.300	0.090	0.50	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N47/N6, N55/N8, N48/N10, N50/N14, N54/N16, N51/N18, N53/N20, N49/N12, N46/N2 y N56/N4
2	N2/N18, N4/N20, N58/N59, N58/N4, N62/N8, N61/N12, N60/N16 y N59/N20
3	N37/N38, N39/N40, N41/N42 y N45/N44

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	UPN 180, (UPN)	28.00	11.55	11.38	1350.00	114.00	9.55
		2	UPN 220, (UPN)	37.40	15.00	15.80	2690.00	197.00	16.00
		3	UPN 160, (UPN)	24.00	10.24	9.38	925.00	85.30	7.39

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N47/N6	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N55/N8	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N48/N10	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N50/N14	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N54/N16	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N51/N18	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N53/N20	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N2/N18	UPN 220 (UPN)	20.000	0.075	587.18
		N4/N20	UPN 220 (UPN)	20.000	0.075	587.18
		N37/N38	UPN 160 (UPN)	3.000	0.007	56.52
		N39/N40	UPN 160 (UPN)	3.000	0.007	56.52
		N41/N42	UPN 160 (UPN)	3.000	0.007	56.52
		N45/N44	UPN 160 (UPN)	3.000	0.007	56.52
		N49/N12	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N46/N2	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N56/N4	UPN 180 (UPN)	3.250	0.009	71.44
		N58/N59	UPN 220 (UPN)	20.000	0.075	587.18
		N58/N4	UPN 220 (UPN)	6.570	0.025	192.89
		N62/N8	UPN 220 (UPN)	6.570	0.025	192.89
		N61/N12	UPN 220 (UPN)	6.570	0.025	192.89
		N60/N16	UPN 220 (UPN)	6.570	0.025	192.89
		N59/N20	UPN 220 (UPN)	6.570	0.025	192.89

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			UPN 180	32.500			0.091			714.35		
			UPN 220	92.850			0.347			2725.98		
			UPN 160	12.000			0.029			226.08		
		UPN			137.350			0.467			3666.41	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)					137.350			0.467			3666.41

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
UPN	UPN 180	0.624	32.500	20.280
	UPN 220	0.742	92.850	68.895
	UPN 160	0.565	12.000	6.780
			Total	**95.955**

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-0.59	-0.17	0.42	0.64	0.87	0.83	0.72	0.31	0.01
			$My_{máx}$	-0.58	-0.15	0.48	0.71	0.98	1.00	0.91	0.56	0.28
			$Mz_{mín}$	-0.09	-0.08	-0.05	-0.02	-0.03	-0.09	-0.12	-0.18	-0.20
			$Mz_{máx}$	0.21	0.17	0.11	0.02	-0.02	0.01	0.02	0.05	0.06
		PP+Losa+0.6·Q+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	0.117	0.117	0.117	0.090	0.098	0.098	0.094	0.089	0.088
			$N_{máx}$	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182
			$Vy_{mín}$	-0.065	-0.065	-0.065	-0.084	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065
			$Vy_{máx}$	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190
			$Vz_{mín}$	-3.157	-2.715	-1.831	-1.389	-0.505	0.323	0.765	1.648	2.090
			$Vz_{máx}$	-3.069	-2.627	-1.743	-1.301	-0.413	0.379	0.820	1.704	2.146
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-0.85	-0.28	0.54	0.83	1.15	1.12	0.97	0.44	0.04
			$My_{máx}$	-0.84	-0.27	0.59	0.90	1.26	1.28	1.17	0.69	0.32
			$Mz_{mín}$	-0.09	-0.08	-0.05	-0.02	-0.03	-0.09	-0.12	-0.17	-0.20
			$Mz_{máx}$	0.21	0.17	0.11	0.02	-0.02	0.01	0.02	0.05	0.06

2.2.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N47/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-59.035	-58.738	-58.122	-57.506	-56.889	-56.273	-55.657	-55.040	-54.424
		$N_{máx}$	5.266	5.486	5.942	6.399	6.855	7.312	7.768	8.225	8.682
		$Vy_{mín}$	-2.707	-2.537	-2.066	-1.595	-1.125	-0.691	-1.431	-2.172	-2.912
		$Vy_{máx}$	2.542	2.273	1.532	1.286	1.084	0.882	0.681	0.634	0.761
		$Vz_{mín}$	-9.242	-8.886	-7.903	-6.921	-5.939	-4.957	-3.975	-2.993	-2.652
		$Vz_{máx}$	7.362	7.169	6.638	6.107	5.575	5.044	4.513	3.982	3.451
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-12.23	-8.65	-5.38	-2.49	-0.50	-1.28	-3.15	-4.81	-6.26
		$My_{máx}$	11.38	8.53	5.91	3.51	1.54	2.44	4.19	5.55	6.52
		$Mz_{mín}$	-2.71	-1.66	-0.75	-0.62	-0.79	-0.67	-0.90	-1.13	-1.28
		$Mz_{máx}$	2.11	1.42	0.80	0.26	0.50	0.85	1.01	0.99	1.46

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N55/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-20.212	-19.857	-19.081	-18.304	-17.528	-16.751	-15.974	-15.198	-14.421
		$N_{máx}$	-1.031	-0.768	-0.193	0.382	0.957	1.533	2.108	2.683	3.258
		$Vy_{mín}$	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074	-1.074
		$Vy_{máx}$	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065
		$Vz_{mín}$	-13.854	-13.141	-11.176	-9.212	-7.248	-5.284	-3.320	-4.669	-6.379
		$Vz_{máx}$	10.034	9.648	8.586	7.523	6.461	5.399	4.336	3.274	2.212
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-16.24	-10.86	-6.09	-2.09	-2.60	-3.03	-4.91	-6.39	-7.45
		$My_{máx}$	12.91	9.02	5.48	2.37	1.42	3.82	5.49	6.38	6.52
		$Mz_{mín}$	-1.70	-1.27	-0.85	-0.43	-0.01	-0.41	-0.83	-1.25	-1.67
		$Mz_{máx}$	1.68	1.26	0.84	0.43	0.01	0.41	0.83	1.26	1.68

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N48/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-61.254	-60.899	-60.123	-59.346	-58.569	-57.793	-57.016	-56.240	-55.463
		$N_{máx}$	4.802	5.065	5.640	6.215	6.791	7.366	7.941	8.516	9.092
		$Vy_{mín}$	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072	-1.072
		$Vy_{máx}$	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071
		$Vz_{mín}$	-13.194	-12.481	-10.517	-8.553	-6.588	-4.624	-2.660	-2.648	-3.951
		$Vz_{máx}$	9.986	9.600	8.538	7.476	6.413	5.351	4.289	3.258	3.223
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-15.07	-9.95	-5.43	-1.69	-2.40	-3.63	-4.35	-5.40	-6.46
		$My_{máx}$	13.60	9.70	6.20	3.16	1.53	3.48	4.91	5.57	5.46
		$Mz_{mín}$	-1.70	-1.28	-0.86	-0.44	-0.02	-0.41	-0.83	-1.25	-1.67
		$Mz_{máx}$	1.69	1.27	0.85	0.43	0.01	0.40	0.83	1.25	1.67

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N50/N14	Acero laminado	$N_{mín}$	-53.608	-53.253	-52.477	-51.700	-50.923	-50.147	-49.370	-48.594	-47.817
		$N_{máx}$	3.004	3.267	3.842	4.418	4.993	5.568	6.143	6.719	7.294
		$Vy_{mín}$	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085	-1.085
		$Vy_{máx}$	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075	1.075
		$Vz_{mín}$	-12.871	-12.158	-10.194	-8.230	-6.266	-4.301	-3.101	-4.811	-6.520
		$Vz_{máx}$	9.356	8.970	7.908	6.845	5.783	4.721	3.659	2.596	1.767
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-14.53	-9.55	-5.19	-1.60	-1.85	-1.89	-3.52	-4.74	-5.55
		$My_{máx}$	12.70	9.09	5.87	3.06	1.98	3.59	4.88	5.41	5.16
		$Mz_{mín}$	-1.71	-1.29	-0.86	-0.44	-0.01	-0.42	-0.84	-1.26	-1.68
		$Mz_{máx}$	1.69	1.27	0.85	0.43	0.01	0.42	0.84	1.27	1.69

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N54/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-20.338	-20.046	-19.442	-18.838	-18.234	-17.631	-17.027	-16.423	-15.819
		$N_{máx}$	1.347	1.563	2.010	2.458	2.905	3.352	3.799	4.247	4.694
		$Vy_{mín}$	-2.578	-2.420	-1.984	-1.548	-1.112	-0.676	-1.346	-2.041	-2.737
		$Vy_{máx}$	2.386	2.133	1.446	1.259	1.072	0.886	0.699	0.512	0.633
		$Vz_{mín}$	-10.193	-9.837	-8.855	-7.872	-6.890	-5.908	-4.926	-3.944	-2.962
		$Vz_{máx}$	8.042	7.849	7.318	6.787	6.256	5.725	5.194	4.662	4.131
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-13.88	-9.91	-6.25	-2.97	-1.33	-2.43	-4.55	-6.46	-8.17
		$My_{máx}$	11.59	8.47	5.53	2.81	0.29	2.67	4.77	6.49	7.84
		$Mz_{mín}$	-2.62	-1.62	-0.75	-0.59	-0.74	-0.62	-0.89	-1.13	-1.29
		$Mz_{máx}$	2.06	1.40	0.80	0.27	0.46	0.81	0.99	1.00	1.37

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N51/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-29.552	-29.256	-28.639	-28.023	-27.407	-26.790	-26.174	-25.558	-24.941
		$N_{máx}$	2.695	2.915	3.371	3.828	4.284	4.741	5.197	5.654	6.110
		$Vy_{mín}$	-2.598	-2.329	-1.588	-1.300	-1.099	-0.897	-0.695	-0.635	-0.833
		$Vy_{máx}$	2.642	2.471	2.000	1.530	1.059	0.641	1.382	2.122	2.863
		$Vz_{mín}$	-6.660	-6.303	-5.321	-4.339	-3.357	-2.375	-2.100	-3.329	-4.557
		$Vz_{máx}$	4.815	4.622	4.091	3.560	3.029	2.497	1.966	1.435	0.904
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-7.81	-5.24	-2.98	-1.12	-1.52	-1.44	-1.87	-2.54	-3.00
		$My_{máx}$	6.59	4.75	3.09	1.64	1.13	1.72	2.45	2.81	2.77
		$Mz_{mín}$	-2.14	-1.44	-0.81	-0.27	-0.48	-0.80	-0.94	-0.89	-1.35
		$Mz_{máx}$	2.63	1.60	0.73	0.64	0.83	0.72	0.91	1.14	1.30

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N53/N20	Acero laminado	$N_{mín}$	-11.386	-11.272	-11.158	-11.044	-10.929	-10.815	-10.701	-10.587	-10.472
		$N_{máx}$	2.952	3.037	3.121	3.206	3.291	3.375	3.460	3.544	3.629
		$Vy_{mín}$	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012	-1.012
		$Vy_{máx}$	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054
		$Vz_{mín}$	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392	-3.392
		$Vz_{máx}$	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-6.00	-4.67	-3.34	-2.01	-0.70	-1.00	-2.35	-3.70	-5.06
		$My_{máx}$	5.99	4.63	3.27	1.92	0.56	0.77	2.08	3.39	4.71
		$Mz_{mín}$	-1.63	-1.23	-0.83	-0.44	-0.04	-0.40	-0.82	-1.23	-1.64
		$Mz_{máx}$	1.67	1.25	0.84	0.43	0.02	0.36	0.75	1.15	1.55

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N2/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743	-0.743
		$N_{máx}$	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852	1.852
		$Vy_{mín}$	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301	-0.301
		$Vy_{máx}$	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168
		$Vz_{mín}$	-1.232	-0.989	-0.746	-0.508	-0.328	-0.148	0.032	0.213	0.393
		$Vz_{máx}$	-0.096	0.084	0.264	0.448	0.691	0.934	1.177	1.420	1.663
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.61	-1.01	-0.53	-0.16	0.07	-0.19	-0.58	-1.20	-2.01
		$My_{máx}$	1.70	1.80	1.75	1.55	1.20	0.72	0.30	0.21	0.02
		$Mz_{mín}$	-0.78	-0.60	-0.41	-0.22	-0.03	-0.09	-0.19	-0.30	-0.40
		$Mz_{máx}$	0.44	0.33	0.23	0.12	0.02	0.16	0.34	0.53	0.72

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N6/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289	-2.289
		$N_{máx}$	7.022	7.022	7.022	7.022	7.022	7.022	7.022	7.022	7.022
		$Vy_{mín}$	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081
		$Vy_{máx}$	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
		$Vz_{mín}$	-1.210	-0.967	-0.724	-0.481	-0.242	-0.062	0.118	0.298	0.478
		$Vz_{máx}$	-0.477	-0.297	-0.117	0.063	0.247	0.490	0.733	0.976	1.219
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.29	-0.61	-0.13	-0.01	-0.07	-0.26	-0.57	-1.09	-1.76
		$My_{máx}$	0.26	0.51	0.69	0.79	0.76	0.59	0.51	0.37	0.13
		$Mz_{mín}$	-0.28	-0.23	-0.18	-0.13	-0.08	-0.04	-0.07	-0.10	-0.13
		$Mz_{máx}$	0.25	0.20	0.16	0.11	0.06	0.05	0.08	0.12	0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N10/N14	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307	-2.307
		$N_{máx}$	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
		$Vy_{mín}$	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092
		$Vy_{máx}$	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
		$Vz_{mín}$	-1.245	-1.002	-0.759	-0.516	-0.311	-0.131	0.049	0.229	0.409
		$Vz_{máx}$	-0.151	0.029	0.209	0.389	0.606	0.849	1.092	1.335	1.578
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.55	-0.84	-0.36	-0.02	0.01	-0.09	-0.53	-1.28	-2.20
		$My_{máx}$	0.96	1.00	0.99	0.84	0.54	0.45	0.42	0.33	0.13
		$Mz_{mín}$	-0.17	-0.12	-0.07	-0.04	-0.05	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25
		$Mz_{máx}$	0.17	0.13	0.09	0.05	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N14/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358	-2.358
		$N_{máx}$	5.299	5.299	5.299	5.299	5.299	5.299	5.299	5.299	5.299
		$Vy_{mín}$	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190
		$Vy_{máx}$	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314
		$Vz_{mín}$	-1.651	-1.408	-1.165	-0.922	-0.679	-0.467	-0.287	-0.107	0.073
		$Vz_{máx}$	-0.337	-0.157	0.023	0.203	0.383	0.595	0.838	1.081	1.324
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.68	-0.88	-0.29	0.13	0.31	0.03	-0.38	-0.90	-1.60
		$My_{máx}$	0.38	0.53	0.63	0.88	1.37	1.71	1.91	1.95	1.91
		$Mz_{mín}$	-0.45	-0.33	-0.21	-0.09	-0.04	-0.22	-0.41	-0.61	-0.81
		$Mz_{máx}$	0.76	0.57	0.37	0.17	0.03	0.15	0.26	0.38	0.50

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N4/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667	-1.667
		$N_{máx}$	3.893	3.893	3.893	3.893	3.893	3.893	3.893	3.893	3.893
		$Vy_{mín}$	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
		$Vy_{máx}$	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391	0.391
		$Vz_{mín}$	-1.243	-1.000	-0.757	-0.514	-0.315	-0.135	0.045	0.225	0.405
		$Vz_{máx}$	-0.120	0.060	0.240	0.420	0.645	0.888	1.131	1.374	1.617
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.40	-0.78	-0.30	0.06	0.32	0.12	-0.31	-0.93	-1.75
		$My_{máx}$	1.75	1.85	1.83	1.65	1.32	0.85	0.52	0.40	0.20
		$Mz_{mín}$	-0.83	-0.63	-0.44	-0.24	-0.05	-0.22	-0.47	-0.71	-0.96
		$Mz_{máx}$	1.00	0.75	0.51	0.27	0.10	0.15	0.34	0.54	0.73

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N8/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563	-1.563
		$N_{máx}$	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950	4.950
		$Vy_{mín}$	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115	-0.115
		$Vy_{máx}$	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
		$Vz_{mín}$	-1.487	-1.244	-1.001	-0.758	-0.515	-0.310	-0.130	0.050	0.230
		$Vz_{máx}$	-0.396	-0.216	-0.036	0.144	0.324	0.542	0.785	1.028	1.271
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-1.99	-1.13	-0.43	-0.07	0.02	-0.02	-0.39	-0.90	-1.62
		$My_{máx}$	0.15	0.34	0.42	0.45	0.52	0.76	0.86	0.83	0.74
		$Mz_{mín}$	-0.41	-0.33	-0.26	-0.19	-0.12	-0.05	-0.06	-0.15	-0.24
		$Mz_{máx}$	0.48	0.39	0.30	0.21	0.12	0.06	0.06	0.10	0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N12/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581	-1.581
		$N_{máx}$	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944
		$Vy_{mín}$	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		$Vy_{máx}$	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
		$Vz_{mín}$	-1.129	-0.886	-0.643	-0.400	-0.165	0.015	0.195	0.375	0.555
		$Vz_{máx}$	-0.451	-0.271	-0.091	0.089	0.277	0.520	0.763	1.006	1.249
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.56	-0.93	-0.48	-0.21	-0.05	-0.01	-0.14	-0.69	-1.40
		$My_{máx}$	0.19	0.42	0.55	0.61	0.73	0.75	0.62	0.44	0.15
		$Mz_{mín}$	-0.24	-0.15	-0.05	-0.06	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25	-0.31
		$Mz_{máx}$	0.15	0.11	0.07	0.05	0.14	0.23	0.33	0.42	0.52

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N16/N20	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657	-0.657
		$N_{máx}$	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
		$Vy_{mín}$	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381
		$Vy_{máx}$	0.288	0.288	0.288	0.288	0.288	0.288	0.288	0.288	0.288
		$Vz_{mín}$	-1.615	-1.372	-1.129	-0.886	-0.643	-0.407	-0.227	-0.047	0.133
		$Vz_{máx}$	-0.373	-0.193	-0.013	0.167	0.347	0.534	0.777	1.020	1.263
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.90	-1.13	-0.53	-0.15	0.11	-0.16	-0.55	-1.04	-1.66
		$My_{máx}$	0.08	0.26	0.35	0.71	1.18	1.50	1.68	1.70	1.57
		$Mz_{mín}$	-0.85	-0.61	-0.37	-0.14	-0.08	-0.26	-0.44	-0.62	-0.80
		$Mz_{máx}$	0.64	0.46	0.28	0.10	0.10	0.34	0.58	0.82	1.05

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.413 m	0.619 m	1.032 m	1.445 m	1.858 m	2.271 m	2.477 m	2.890 m
N37/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-17.910	-17.292	-16.984	-16.366	-15.748	-15.130	-14.512	-14.203	-13.585
		$N_{máx}$	0.188	0.645	0.874	1.332	1.789	2.247	2.705	2.934	3.391
		$Vy_{mín}$	-2.105	-1.504	-1.203	-0.602	0.000	-0.459	-0.917	-1.146	-1.605
		$Vy_{máx}$	1.605	1.146	0.917	0.459	0.000	0.602	1.203	1.504	2.105
		$Vz_{mín}$	-4.524	-3.231	-2.585	-1.293	0.000	-1.033	-2.066	-2.583	-3.616
		$Vz_{máx}$	3.616	2.583	2.066	1.033	0.000	1.293	2.585	3.231	4.524
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-1.28	-1.76	-2.40	-2.61	-2.40	-1.76	-1.28	0.00
		$My_{máx}$	0.00	1.60	2.20	3.00	3.27	3.00	2.20	1.60	0.00
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.57	-0.78	-1.06	-1.16	-1.06	-0.78	-0.57	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.75	1.02	1.40	1.52	1.40	1.02	0.75	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.413 m	0.619 m	1.032 m	1.445 m	1.858 m	2.271 m	2.477 m	2.890 m
N39/N40	Acero laminado	$N_{mín}$	-26.577	-25.946	-25.631	-24.999	-24.368	-23.737	-23.106	-22.791	-22.159
		$N_{máx}$	3.711	4.178	4.412	4.880	5.347	5.814	6.282	6.516	6.983
		$Vy_{mín}$	-2.231	-1.594	-1.275	-0.637	0.000	-0.495	-0.990	-1.237	-1.732
		$Vy_{máx}$	1.732	1.237	0.990	0.495	0.000	0.637	1.275	1.594	2.231
		$Vz_{mín}$	-3.867	-2.762	-2.210	-1.105	0.000	-1.033	-2.066	-2.583	-3.616
		$Vz_{máx}$	3.616	2.583	2.066	1.033	0.000	1.105	2.210	2.762	3.867
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-1.28	-1.76	-2.40	-2.61	-2.40	-1.76	-1.28	0.00
		$My_{máx}$	0.00	1.37	1.88	2.57	2.79	2.57	1.88	1.37	0.00
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.61	-0.84	-1.15	-1.25	-1.15	-0.84	-0.61	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.79	1.09	1.48	1.61	1.48	1.09	0.79	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.413 m	0.619 m	1.032 m	1.445 m	1.858 m	2.271 m	2.477 m	2.890 m
N41/N42	Acero laminado	$N_{mín}$	-26.460	-25.842	-25.533	-24.915	-24.297	-23.679	-23.062	-22.753	-22.135
		$N_{máx}$	2.251	2.709	2.938	3.395	3.853	4.311	4.768	4.997	5.455
		$Vy_{mín}$	-1.605	-1.146	-0.917	-0.459	0.000	-0.602	-1.203	-1.504	-2.105
		$Vy_{máx}$	2.105	1.504	1.203	0.602	0.000	0.459	0.917	1.146	1.605
		$Vz_{mín}$	-3.616	-2.583	-2.066	-1.033	0.000	-1.105	-2.210	-2.762	-3.867
		$Vz_{máx}$	3.867	2.762	2.210	1.105	0.000	1.033	2.066	2.583	3.616
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-1.37	-1.88	-2.57	-2.79	-2.57	-1.88	-1.37	0.00
		$My_{máx}$	0.00	1.28	1.76	2.40	2.61	2.40	1.76	1.28	0.00
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.75	-1.02	-1.40	-1.52	-1.40	-1.02	-0.75	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.57	0.78	1.06	1.16	1.06	0.78	0.57	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.413 m	0.619 m	1.032 m	1.445 m	1.858 m	2.271 m	2.477 m	2.890 m
N45/N44	Acero laminado	$N_{mín}$	-17.272	-16.641	-16.325	-15.694	-15.063	-14.432	-13.801	-13.485	-12.854
		$N_{máx}$	-1.415	-0.948	-0.714	-0.247	0.221	0.688	1.156	1.389	1.857
		$Vy_{mín}$	-1.732	-1.237	-0.990	-0.495	0.000	-0.637	-1.275	-1.594	-2.231
		$Vy_{máx}$	2.231	1.594	1.275	0.637	0.000	0.495	0.990	1.237	1.732
		$Vz_{mín}$	-3.616	-2.583	-2.066	-1.033	0.000	-1.293	-2.585	-3.231	-4.524
		$Vz_{máx}$	4.524	3.231	2.585	1.293	0.000	1.033	2.066	2.583	3.616
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-1.60	-2.20	-3.00	-3.27	-3.00	-2.20	-1.60	0.00
		$My_{máx}$	0.00	1.28	1.76	2.40	2.61	2.40	1.76	1.28	0.00
		$Mz_{mín}$	0.00	-0.79	-1.09	-1.48	-1.61	-1.48	-1.09	-0.79	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.61	0.84	1.15	1.25	1.15	0.84	0.61	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N49/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-27.394	-27.040	-26.263	-25.486	-24.710	-23.933	-23.157	-22.380	-21.603
		$N_{máx}$	2.985	3.247	3.823	4.398	4.973	5.548	6.124	6.699	7.274
		$Vy_{mín}$	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062	-1.062
		$Vy_{máx}$	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059
		$Vz_{mín}$	-15.117	-14.403	-12.439	-10.475	-8.511	-6.547	-4.582	-2.618	-3.887
		$Vz_{máx}$	11.782	11.396	10.334	9.271	8.209	7.147	6.084	5.022	3.960
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-17.39	-11.51	-6.29	-2.42	-4.20	-5.47	-7.27	-9.45	-11.21
		$My_{máx}$	14.48	9.88	5.66	2.48	1.98	4.93	7.12	8.53	9.17
		$Mz_{mín}$	-1.68	-1.27	-0.85	-0.43	-0.02	-0.41	-0.82	-1.24	-1.65
		$Mz_{máx}$	1.67	1.26	0.84	0.43	0.01	0.40	0.82	1.23	1.65

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N46/N2	Acero laminado	$N_{mín}$	-31.744	-31.630	-31.516	-31.402	-31.287	-31.173	-31.059	-30.945	-30.830
		$N_{máx}$	6.118	6.203	6.287	6.372	6.457	6.541	6.626	6.711	6.795
		$Vy_{mín}$	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023	-1.023
		$Vy_{máx}$	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066
		$Vz_{mín}$	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030	-3.030
		$Vz_{máx}$	2.798	2.798	2.798	2.798	2.798	2.798	2.798	2.798	2.798
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-5.51	-4.34	-3.17	-2.00	-0.83	-0.38	-1.48	-2.57	-3.67
		$My_{máx}$	5.24	4.17	3.12	2.07	1.03	0.79	1.74	2.93	4.12
		$Mz_{mín}$	-1.65	-1.25	-0.84	-0.44	-0.05	-0.41	-0.83	-1.25	-1.67
		$Mz_{máx}$	1.68	1.26	0.85	0.43	0.02	0.36	0.76	1.16	1.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.393 m	0.785 m	1.177 m	1.570 m	1.963 m	2.355 m	2.748 m	3.140 m
N56/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-11.299	-11.008	-10.404	-9.800	-9.196	-8.593	-7.989	-7.385	-6.781
		$N_{máx}$	-0.462	-0.246	0.201	0.649	1.096	1.543	1.990	2.437	2.885
		$Vy_{mín}$	-2.439	-2.187	-1.492	-1.273	-1.086	-0.899	-0.712	-0.526	-0.704
		$Vy_{máx}$	2.514	2.355	1.919	1.483	1.048	0.612	1.298	1.993	2.689
		$Vz_{mín}$	-7.056	-6.699	-5.717	-4.735	-3.753	-2.771	-2.243	-3.471	-4.700
		$Vz_{máx}$	5.485	5.293	4.761	4.230	3.699	3.168	2.637	2.106	1.575
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-8.37	-5.63	-3.19	-1.35	-1.68	-1.60	-2.72	-3.62	-4.33
		$My_{máx}$	7.30	5.18	3.22	1.47	0.69	1.92	2.79	3.28	3.39
		$Mz_{mín}$	-2.09	-1.42	-0.81	-0.27	-0.44	-0.76	-0.92	-0.90	-1.27
		$Mz_{máx}$	2.54	1.56	0.73	0.60	0.78	0.68	0.90	1.14	1.31

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N58/N62	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887
		$N_{máx}$	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388
		$Vy_{mín}$	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		$Vy_{máx}$	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146
		$Vz_{mín}$	-1.119	-0.876	-0.633	-0.390	-0.157	0.023	0.203	0.383	0.563
		$Vz_{máx}$	-0.517	-0.337	-0.157	0.023	0.213	0.456	0.699	0.942	1.185
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.01	0.27	0.42	0.46	0.39	0.21	-0.09	-0.50	-1.07
		$My_{máx}$	0.00	0.62	1.09	1.41	1.58	1.60	1.46	1.18	0.79
		$Mz_{mín}$	-0.14	-0.11	-0.07	-0.04	-0.01	-0.09	-0.18	-0.27	-0.36
		$Mz_{máx}$	0.37	0.28	0.19	0.10	0.02	0.06	0.10	0.14	0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N62/N61	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776	-1.776
		$N_{máx}$	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621
		$Vy_{mín}$	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		$Vy_{máx}$	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
		$Vz_{mín}$	-1.033	-0.790	-0.547	-0.320	-0.140	0.040	0.220	0.400	0.580
		$Vz_{máx}$	-0.050	0.130	0.310	0.506	0.749	0.992	1.235	1.478	1.721
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.06	-0.53	-0.16	0.09	-0.01	-0.47	-1.16	-2.01	-3.01
		$My_{máx}$	0.79	0.80	0.71	0.63	0.66	0.58	0.46	0.23	-0.12
		$Mz_{mín}$	-0.14	-0.10	-0.06	-0.03	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.09
		$Mz_{máx}$	0.10	0.08	0.07	0.05	0.03	0.06	0.10	0.13	0.17

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N61/N60	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753	-1.753
		$N_{máx}$	0.653	0.653	0.653	0.653	0.653	0.653	0.653	0.653	0.653
		$Vy_{mín}$	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034
		$Vy_{máx}$	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
		$Vz_{mín}$	-1.696	-1.453	-1.210	-0.967	-0.724	-0.481	-0.285	-0.105	0.075
		$Vz_{máx}$	-0.601	-0.421	-0.241	-0.061	0.119	0.299	0.526	0.769	1.012
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-3.00	-2.03	-1.20	-0.53	-0.07	0.15	-0.09	-0.44	-0.96
		$My_{máx}$	-0.12	0.22	0.45	0.57	0.65	0.77	0.85	0.78	0.70
		$Mz_{mín}$	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	-0.03	-0.06	-0.09	-0.13
		$Mz_{máx}$	0.16	0.12	0.09	0.05	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N60/N59	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014
		$N_{máx}$	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444
		$Vy_{mín}$	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144
		$Vy_{máx}$	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
		$Vz_{mín}$	-1.165	-0.922	-0.679	-0.436	-0.193	-0.003	0.177	0.357	0.537
		$Vz_{máx}$	-0.580	-0.400	-0.220	-0.040	0.140	0.373	0.616	0.859	1.103
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.96	-0.40	-0.01	0.28	0.45	0.51	0.45	0.28	-0.01
		$My_{máx}$	0.70	1.10	1.40	1.54	1.54	1.38	1.07	0.61	0.00
		$Mz_{mín}$	-0.34	-0.25	-0.16	-0.07	-0.01	-0.04	-0.07	-0.11	-0.15
		$Mz_{máx}$	0.18	0.14	0.10	0.06	0.02	0.11	0.20	0.29	0.38

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.189 m	0.378 m	0.566 m	0.755 m	0.944 m	1.133 m	1.321 m	1.510 m
N58/N2	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146
		$N_{máx}$	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136
		$Vy_{mín}$	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887	-0.887
		$Vy_{máx}$	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388
		$Vz_{mín}$	0.517	-0.118	-0.752	-1.387	-2.021	-2.656	-3.084	-3.200	-3.317
		$Vz_{máx}$	1.119	2.705	4.371	6.037	7.704	9.370	11.036	12.702	14.368
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-0.36	-1.03	-2.01	-3.31	-4.92	-6.84	-9.08	-11.64
		$My_{máx}$	0.00	-0.04	0.04	0.25	0.57	1.01	1.56	2.16	2.77
		$Mz_{mín}$	-0.37	-0.20	-0.13	-0.20	-0.27	-0.34	-0.41	-0.49	-0.56
		$Mz_{máx}$	0.14	0.20	0.28	0.35	0.42	0.49	0.63	0.80	0.97

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.090 m	0.505 m	0.713 m	0.920 m	1.335 m	1.750 m	1.958 m	2.373 m	2.580 m
N2/N38	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453	-2.453
		$N_{máx}$	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952
		$Vy_{mín}$	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890	-0.890
		$Vy_{máx}$	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260
		$Vz_{mín}$	-14.270	-10.607	-8.775	-6.944	-3.350	-2.922	-3.005	-3.262	-3.390
		$Vz_{máx}$	3.825	3.569	3.441	3.312	3.056	3.000	3.271	5.878	7.710
		$Mt_{mín}$	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
		$Mt_{máx}$	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
		$My_{mín}$	-10.44	-6.81	-5.53	-4.43	-2.80	-1.57	-1.00	-1.39	-2.27
		$My_{máx}$	6.92	5.41	4.70	4.02	2.73	1.58	1.00	0.38	1.07
		$Mz_{mín}$	-0.94	-0.57	-0.38	-0.20	-0.17	-0.63	-0.90	-1.42	-1.68
		$Mz_{máx}$	1.46	0.94	0.68	0.41	0.18	0.54	0.72	1.09	1.28

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N38/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035
		$N_{máx}$	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732
		$Vy_{mín}$	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010	-1.010
		$Vy_{máx}$	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842
		$Vz_{mín}$	-6.734	-5.828	-4.061	-3.197	-1.471	-1.124	-1.294	-2.183	-2.827
		$Vz_{máx}$	1.144	1.025	0.788	0.818	1.218	2.249	3.112	4.839	5.702
		$Mt_{mín}$	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
		$Mt_{máx}$	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
		$My_{mín}$	-2.27	-1.59	-1.46	-1.61	-2.00	-2.54	-2.87	-3.65	-4.10
		$My_{máx}$	1.29	1.28	1.77	2.11	2.82	3.06	2.95	3.09	3.22
		$Mz_{mín}$	-1.68	-1.48	-1.10	-0.91	-0.52	-0.14	-0.18	-0.50	-0.66
		$Mz_{máx}$	1.28	1.12	0.80	0.64	0.32	0.13	0.32	0.70	0.89

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.189 m	0.378 m	0.566 m	0.755 m	0.944 m	1.133 m	1.321 m	1.510 m
N62/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249	-0.249
		$N_{máx}$	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
		$Vy_{mín}$	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889	-0.889
		$Vy_{máx}$	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
		$Vz_{mín}$	0.613	0.749	-0.205	-1.159	-2.112	-3.066	-3.754	-4.042	-4.329
		$Vz_{máx}$	2.218	4.689	7.948	11.207	14.466	17.725	20.984	24.243	27.502
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-0.58	-1.76	-3.57	-6.00	-9.03	-12.69	-16.95	-21.84
		$My_{máx}$	0.00	-0.22	-0.28	-0.15	0.15	0.64	1.30	2.04	2.83
		$Mz_{mín}$	-0.41	-0.24	-0.13	-0.16	-0.20	-0.23	-0.28	-0.32	-0.37
		$Mz_{máx}$	0.26	0.22	0.18	0.20	0.27	0.43	0.60	0.77	0.93

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.090 m	0.505 m	0.713 m	0.920 m	1.335 m	1.750 m	1.958 m	2.373 m	2.580 m
N6/N40	Acero laminado	$N_{mín}$	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617	-3.617
		$N_{máx}$	2.893	2.893	2.893	2.893	2.893	2.893	2.893	2.893	2.893
		$Vy_{mín}$	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913
		$Vy_{máx}$	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169	1.169
		$Vz_{mín}$	-21.901	-16.805	-14.257	-11.709	-6.614	-5.489	-5.743	-6.376	-6.692
		$Vz_{máx}$	5.803	5.171	4.855	4.538	3.906	3.988	4.475	7.030	8.910
		$Mt_{mín}$	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
		$Mt_{máx}$	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
		$My_{mín}$	-19.27	-12.25	-9.91	-7.93	-5.26	-3.02	-1.89	-2.89	-4.52
		$My_{máx}$	8.94	6.76	5.77	4.84	3.41	1.99	1.20	0.72	2.08
		$Mz_{mín}$	-0.98	-0.61	-0.42	-0.23	-0.17	-0.65	-0.89	-1.38	-1.62
		$Mz_{máx}$	1.31	0.85	0.62	0.39	0.16	0.53	0.72	1.10	1.29

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N40/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180	-2.180
		$N_{máx}$	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054
		$Vy_{mín}$	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239	-1.239
		$Vy_{máx}$	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960
		$Vz_{mín}$	-13.081	-11.344	-8.020	-6.369	-3.158	-1.920	-2.212	-4.087	-5.056
		$Vz_{máx}$	2.533	2.241	1.657	1.662	2.350	4.262	5.914	9.218	10.870
		$Mt_{mín}$	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
		$Mt_{máx}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		$My_{mín}$	-4.25	-2.18	-1.82	-2.12	-2.89	-3.92	-4.54	-5.97	-6.83
		$My_{máx}$	2.30	2.25	3.04	3.71	4.98	5.52	5.60	5.91	6.12
		$Mz_{mín}$	-1.62	-1.38	-0.91	-0.68	-0.28	-0.20	-0.37	-0.74	-0.92
		$Mz_{máx}$	1.29	1.11	0.74	0.56	0.20	0.28	0.52	0.99	1.23

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.189 m	0.378 m	0.566 m	0.755 m	0.944 m	1.133 m	1.321 m	1.510 m
N61/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306
		$N_{máx}$	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289
		$Vy_{mín}$	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389	-0.389
		$Vy_{máx}$	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395
		$Vz_{mín}$	1.180	0.266	-0.648	-1.562	-2.476	-3.390	-4.054	-4.342	-4.630
		$Vz_{máx}$	3.409	6.143	9.402	12.661	15.920	19.179	22.438	25.697	28.955
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.01	-0.85	-2.32	-4.40	-7.10	-10.41	-14.34	-18.88	-24.04
		$My_{máx}$	0.00	-0.14	-0.10	0.11	0.49	1.04	1.76	2.55	3.40
		$Mz_{mín}$	-0.23	-0.15	-0.10	-0.08	-0.06	-0.12	-0.20	-0.27	-0.35
		$Mz_{máx}$	0.25	0.17	0.10	0.08	0.07	0.14	0.21	0.29	0.36

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.090 m	0.569 m	1.288 m	2.006 m	2.485 m	3.203 m	3.683 m	4.401 m	4.880 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859	-3.859
		$N_{máx}$	4.329	4.329	4.329	4.329	4.329	4.329	4.329	4.329	4.329
		$Vy_{mín}$	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092
		$Vy_{máx}$	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101
		$Vz_{mín}$	-24.726	-20.385	-14.032	-8.259	-4.767	-4.135	-4.865	-6.219	-8.539
		$Vz_{máx}$	5.890	5.161	4.066	2.971	2.241	3.493	7.834	14.346	18.687
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-24.53	-14.72	-6.28	-5.02	-3.73	-2.38	-3.06	-4.83	-10.14
		$My_{máx}$	8.57	5.93	4.10	11.00	13.48	13.31	10.61	5.67	8.43
		$Mz_{mín}$	-0.21	-0.16	-0.10	-0.03	-0.02	-0.09	-0.14	-0.21	-0.26
		$Mz_{máx}$	0.23	0.18	0.11	0.03	0.02	0.08	0.12	0.19	0.23

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.189 m	0.378 m	0.566 m	0.755 m	0.944 m	1.133 m	1.321 m	1.510 m
N60/N14	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247	-0.247
		$N_{máx}$	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240
		$Vy_{mín}$	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299
		$Vy_{máx}$	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739	0.739
		$Vz_{mín}$	0.655	0.707	-0.246	-1.200	-2.154	-3.108	-3.796	-4.083	-4.371
		$Vz_{máx}$	2.176	4.599	7.858	11.117	14.376	17.635	20.894	24.153	27.412
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	-0.56	-1.73	-3.52	-5.93	-8.95	-12.58	-16.83	-21.70
		$My_{máx}$	0.01	-0.21	-0.27	-0.13	0.19	0.68	1.35	2.09	2.89
		$Mz_{mín}$	-0.24	-0.20	-0.18	-0.23	-0.28	-0.34	-0.47	-0.61	-0.75
		$Mz_{máx}$	0.37	0.23	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.505 m	0.713 m	0.920 m	1.335 m	1.750 m	1.958 m	2.373 m	2.580 m
N14/N42	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181	-2.181
		$N_{máx}$	7.065	7.065	7.065	7.065	7.065	7.065	7.065	7.065	7.065
		$Vy_{mín}$	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183	-1.183
		$Vy_{máx}$	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
		$Vz_{mín}$	-15.779	-12.753	-11.241	-9.728	-6.702	-4.879	-5.133	-5.765	-6.081
		$Vz_{máx}$	4.950	4.318	4.002	3.686	3.053	3.133	3.830	7.315	9.106
		$Mt_{mín}$	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
		$Mt_{máx}$	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
		$My_{mín}$	-19.14	-13.22	-10.73	-8.56	-5.37	-3.18	-2.39	-2.56	-4.27
		$My_{máx}$	7.31	5.49	4.67	3.92	2.85	1.78	1.17	0.52	1.42
		$Mz_{mín}$	-1.38	-0.89	-0.65	-0.40	-0.17	-0.50	-0.67	-1.02	-1.19
		$Mz_{máx}$	0.86	0.52	0.35	0.18	0.14	0.58	0.83	1.32	1.56

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N42/N16	Acero laminado	$N_{mín}$	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285	-4.285
		$N_{máx}$	2.904	2.904	2.904	2.904	2.904	2.904	2.904	2.904	2.904
		$Vy_{mín}$	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913	-0.913
		$Vy_{máx}$	1.089	1.089	1.089	1.089	1.089	1.089	1.089	1.089	1.089
		$Vz_{mín}$	-15.900	-13.547	-8.840	-6.487	-3.146	-2.841	-3.133	-5.007	-5.976
		$Vz_{máx}$	3.216	2.924	2.340	2.345	3.033	4.943	6.595	9.987	12.341
		$Mt_{mín}$	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
		$Mt_{máx}$	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
		$My_{mín}$	-4.54	-2.37	-1.52	-1.96	-2.99	-4.28	-5.03	-6.72	-7.71
		$My_{máx}$	1.83	1.95	4.66	6.13	7.71	7.49	6.71	7.38	7.76
		$Mz_{mín}$	-1.19	-1.01	-0.67	-0.49	-0.15	-0.30	-0.50	-0.90	-1.10
		$Mz_{máx}$	1.56	1.35	0.94	0.73	0.32	0.22	0.40	0.75	0.92

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.189 m	0.378 m	0.566 m	0.755 m	0.944 m	1.133 m	1.321 m	1.510 m
N59/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144
		$N_{máx}$	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
		$Vy_{mín}$	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444	-0.444
		$Vy_{máx}$	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014
		$Vz_{mín}$	0.537	-0.097	-0.732	-1.366	-2.001	-2.635	-3.063	-3.180	-3.297
		$Vz_{máx}$	1.103	2.751	4.417	6.083	7.749	9.415	11.081	12.748	14.414
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	0.00	-0.37	-1.04	-2.03	-3.34	-4.96	-6.89	-9.14	-11.71
		$My_{máx}$	0.00	-0.04	0.04	0.24	0.55	0.99	1.54	2.13	2.74
		$Mz_{mín}$	-0.15	-0.21	-0.28	-0.34	-0.40	-0.58	-0.77	-0.96	-1.15
		$Mz_{máx}$	0.38	0.19	0.16	0.24	0.31	0.40	0.48	0.56	0.65

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.090 m	0.505 m	0.713 m	0.920 m	1.335 m	1.750 m	1.958 m	2.373 m	2.580 m
N18/N44	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014	-1.014
		$N_{máx}$	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728
		$Vy_{mín}$	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217	-1.217
		$Vy_{máx}$	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953	0.953
		$Vz_{mín}$	-8.248	-6.654	-5.857	-5.060	-3.467	-2.312	-2.396	-2.652	-2.780
		$Vz_{máx}$	2.925	2.669	2.541	2.413	2.156	2.101	2.371	3.411	4.363
		$Mt_{mín}$	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12
		$Mt_{máx}$	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
		$My_{mín}$	-10.52	-7.43	-6.13	-5.00	-3.23	-2.15	-1.82	-1.70	-1.93
		$My_{máx}$	5.20	4.07	3.55	3.05	2.14	1.36	0.96	0.31	0.40
		$Mz_{mín}$	-1.38	-0.88	-0.63	-0.39	-0.20	-0.59	-0.79	-1.18	-1.38
		$Mz_{máx}$	0.99	0.60	0.40	0.20	0.20	0.70	0.95	1.46	1.71

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.192 m	0.575 m	0.767 m	1.150 m	1.533 m	1.725 m	2.108 m	2.300 m
N44/N20	Acero laminado	$N_{mín}$	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118	-3.118
		$N_{máx}$	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649	3.649
		$Vy_{mín}$	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914	-0.914
		$Vy_{máx}$	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186
		$Vz_{mín}$	-11.372	-9.680	-6.296	-4.604	-1.952	-1.746	-1.865	-3.105	-3.749
		$Vz_{máx}$	1.838	1.719	1.483	1.513	1.912	2.944	3.856	7.240	8.931
		$Mt_{mín}$	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
		$Mt_{máx}$	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		$My_{mín}$	-2.15	-1.03	-1.15	-1.43	-2.08	-2.89	-3.36	-4.39	-4.98
		$My_{máx}$	0.82	0.98	3.19	4.23	5.35	5.17	4.59	4.55	4.86
		$Mz_{mín}$	-1.38	-1.21	-0.86	-0.68	-0.33	-0.12	-0.34	-0.79	-1.02
		$Mz_{máx}$	1.71	1.48	1.05	0.87	0.51	0.15	0.20	0.55	0.73

2.2.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N47/N6	47.00	0.000	-32.866	-2.705	2.178	0.00	1.89	-2.71	GV	Cumple
N55/N8	34.54	0.000	-7.460	0.031	-13.840	0.00	-16.24	0.04	GV	Cumple
N48/N10	54.55	0.000	-49.466	1.071	8.163	0.00	7.52	1.69	GV	Cumple
N50/N14	41.68	0.000	-36.245	-1.083	4.675	0.00	3.60	-1.71	GV	Cumple
N54/N16	41.17	0.000	-4.711	2.384	-10.182	0.00	-13.88	1.46	GV	Cumple
N51/N18	34.11	0.000	-21.674	-1.776	2.274	0.00	1.78	-2.13	GV	Cumple
N53/N20	16.25	0.000	-6.688	1.054	-0.150	0.00	-0.52	1.67	GV	Cumple
N2/N6	6.75	5.000	1.603	-0.301	1.452	0.00	-2.01	0.72	GV	Cumple
N6/N10	3.03	5.000	-2.289	0.067	1.199	0.00	-1.76	-0.11	GV	Cumple
N10/N14	3.81	5.000	5.201	0.077	1.182	0.00	-1.54	-0.25	GV	Cumple
N14/N18	6.31	5.000	3.769	0.305	0.282	0.00	1.20	-0.78	GV	Cumple
N4/N8	7.41	0.000	3.048	0.391	-0.278	0.00	1.16	1.00	GV	Cumple
N8/N12	4.82	0.000	4.937	0.142	-1.074	0.00	-1.34	0.47	GV	Cumple
N12/N16	3.56	5.000	4.932	-0.151	0.830	0.00	-0.13	0.52	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N16/N20	7.16	0.000	1.151	-0.379	-1.375	0.00	-1.80	-0.85	GV	Cumple
N37/N38	24.03	1.445	-9.176	0.000	0.000	0.00	-2.61	1.33	GV	Cumple
N39/N40	33.41	1.445	-22.786	0.000	0.000	0.00	2.79	-1.25	GV	Cumple
N41/N42	32.30	1.445	-22.683	0.000	0.000	0.00	-2.79	1.16	GV	Cumple
N45/N44	24.09	1.239	-7.947	0.319	0.279	0.00	-1.38	-1.58	GV	Cumple
N49/N12	80.51	0.000	2.985	-0.006	-15.117	0.00	-17.39	0.00	GV	Cumple
N46/N2	26.06	0.000	-18.063	1.066	-0.111	0.00	0.32	1.68	GV	Cumple
N56/N4	49.84	0.000	-4.097	-2.439	-7.056	-0.01	-8.37	-1.51	GV	Cumple
N58/N62	3.43	5.000	-0.880	0.144	1.185	0.00	-1.07	-0.36	GV	Cumple
N62/N61	4.68	5.000	0.259	-0.062	1.693	0.00	-2.96	0.17	GV	Cumple
N61/N60	4.67	0.000	0.244	0.057	-1.687	0.00	-3.00	0.16	GV	Cumple
N60/N59	3.20	0.000	-1.007	-0.142	-1.165	0.00	-0.96	-0.34	GV	Cumple
N58/N2	14.71	1.510	0.025	0.067	14.368	0.00	-11.64	-0.04	GV	Cumple
N2/N38	20.93	0.090	-2.303	1.260	-8.547	0.12	-9.97	1.46	GV	Cumple
N38/N4	11.15	0.000	-0.257	-1.008	0.123	-0.12	1.29	-1.68	GV	Cumple
N62/N6	27.56	1.510	-0.010	0.103	27.502	0.00	-21.84	-0.06	GV	Cumple
N6/N40	30.23	0.090	-3.388	1.109	-15.781	0.11	-18.06	1.31	GV	Cumple
N40/N8	15.68	2.300	-2.166	-1.237	6.965	-0.13	-6.83	1.23	GV	Cumple
N61/N10	30.08	1.510	-0.015	0.037	28.955	0.00	-24.04	-0.02	GV	Cumple
N10/N12	89.56	0.090	-0.634	0.014	-22.229	0.00	-24.53	0.03	GV	Cumple
N60/N14	27.47	1.510	-0.035	-0.105	27.412	0.00	-21.70	0.08	GV	Cumple
N14/N42	29.41	0.090	-1.327	-1.183	-15.173	-0.12	-17.21	-1.38	GV	Cumple
N42/N16	16.22	2.300	-4.269	1.040	7.647	0.11	-7.71	-1.09	GV	Cumple
N59/N18	14.97	1.510	0.034	-0.101	14.414	0.01	-11.71	0.07	GV	Cumple
N18/N44	19.19	0.090	-0.242	-1.190	-7.937	-0.11	-9.12	-1.38	GV	Cumple
N44/N20	12.27	2.300	-3.118	1.185	4.385	0.13	-4.98	-1.02	GV	Cumple

2.2.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N4	2.490 2.490	3.55 L/(>1000)	1.038 1.038	0.31 L/(>1000)	2.490 2.490	6.26 L/(>1000)	1.038 1.038	0.55 L/(>1000)
N47/N6	1.570 2.159	1.40 L/(>1000)	0.981 0.785	0.69 L/(>1000)	1.963 2.159	2.51 L/(>1000)	0.785 0.785	1.11 L/(>1000)
N55/N8	0.589 0.589	0.76 L/(>1000)	1.570 0.589	0.57 L/(>1000)	0.589 0.589	1.50 L/(>1000)	2.159 0.589	0.90 L/(>1000)
N6/N8	2.490 2.490	3.08 L/(>1000)	1.038 1.038	0.55 L/(>1000)	2.490 2.490	5.60 L/(>1000)	1.038 1.038	0.82 L/(>1000)
N48/N10	0.589 0.589	0.77 L/(>1000)	2.159 0.785	0.71 L/(>1000)	0.589 0.589	1.52 L/(>1000)	1.963 0.785	1.13 L/(>1000)

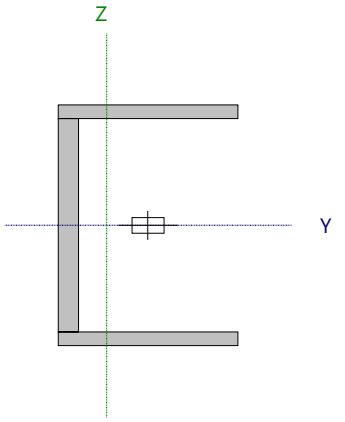
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N10/N12	3.593 3.593	0.11 L/(>1000)	2.635 2.635	4.08 L/(>1000)	3.593 3.593	0.22 L/(>1000)	2.395 2.635	4.62 L/(>1000)
N50/N14	0.589 0.589	0.77 L/(>1000)	1.766 0.785	0.63 L/(>1000)	0.589 0.589	1.52 L/(>1000)	0.589 0.785	0.93 L/(>1000)
N54/N16	1.570 2.159	1.31 L/(>1000)	0.785 0.785	0.56 L/(>1000)	1.963 2.159	2.37 L/(>1000)	0.785 0.785	1.01 L/(>1000)
N14/N16	2.490 2.490	3.04 L/(>1000)	3.640 3.640	0.60 L/(>1000)	2.490 2.490	5.34 L/(>1000)	1.038 3.640	0.80 L/(>1000)
N51/N18	1.570 2.159	1.53 L/(>1000)	1.766 0.589	0.36 L/(>1000)	1.963 2.159	2.53 L/(>1000)	1.766 0.589	0.61 L/(>1000)
N53/N20	0.785 0.589	0.79 L/(>1000)	0.785 0.785	0.36 L/(>1000)	0.785 0.589	1.53 L/(>1000)	0.785 0.785	0.66 L/(>1000)
N18/N20	2.490 2.490	3.48 L/(>1000)	3.640 3.640	0.41 L/(>1000)	2.490 2.490	6.42 L/(>1000)	3.640 3.640	0.55 L/(>1000)
N2/N18	10.000 10.000	3.08 L/(>1000)	17.813 17.813	0.49 L/(>1000)	9.063 10.000	5.17 L/(>1000)	17.813 17.813	0.49 L/(>1000)
N4/N20	13.125 19.063	3.73 L/(>1000)	2.188 2.188	0.46 L/(>1000)	12.500 19.063	5.41 L/(>1000)	2.188 2.188	0.46 L/(>1000)
N37/N38	1.445 1.445	4.94 L/585.3	1.445 1.445	1.00 L/(>1000)	1.445 1.445	8.70 L/585.3	1.445 1.445	1.81 L/(>1000)
N39/N40	1.445 1.445	5.23 L/552.3	1.445 1.445	0.86 L/(>1000)	1.445 1.445	9.30 L/552.3	1.445 1.445	1.66 L/(>1000)
N41/N42	1.445 1.445	4.94 L/585.3	1.445 1.445	0.86 L/(>1000)	1.445 1.445	8.70 L/585.3	1.445 1.445	1.66 L/(>1000)
N45/N44	1.445 1.445	5.23 L/552.3	1.445 1.445	1.00 L/(>1000)	1.445 1.445	9.30 L/552.3	1.445 1.445	1.81 L/(>1000)
N49/N12	0.589 0.589	0.76 L/(>1000)	1.963 1.963	1.32 L/(>1000)	0.589 0.589	1.51 L/(>1000)	2.159 1.963	1.80 L/(>1000)
N46/N2	0.785 0.785	0.81 L/(>1000)	0.981 0.785	0.41 L/(>1000)	0.785 0.785	1.55 L/(>1000)	0.981 0.785	0.74 L/(>1000)
N56/N4	1.570 2.159	1.44 L/(>1000)	1.570 0.589	0.35 L/(>1000)	1.963 2.159	2.38 L/(>1000)	0.589 0.589	0.50 L/(>1000)
N58/N2	0.755 0.755	0.19 L/(>1000)	0.944 0.944	0.14 L/(>1000)	0.944 0.755	0.32 L/(>1000)	0.944 0.944	0.14 L/(>1000)
N58/N59	11.875 11.875	3.11 L/(>1000)	15.000 10.000	2.11 L/(>1000)	10.938 11.875	5.18 L/(>1000)	10.000 10.000	2.65 L/(>1000)
N59/N18	0.944 0.944	0.19 L/(>1000)	0.944 0.944	0.14 L/(>1000)	0.944 0.944	0.34 L/(>1000)	0.944 0.944	0.14 L/(>1000)
N60/N14	0.755 0.755	0.13 L/(>1000)	0.944 0.944	0.24 L/(>1000)	0.755 0.755	0.22 L/(>1000)	0.944 0.944	0.24 L/(>1000)
N61/N10	1.133 1.133	0.04 L/(>1000)	0.944 0.944	0.30 L/(>1000)	1.133 1.133	0.07 L/(>1000)	0.944 0.944	0.30 L/(>1000)
N62/N6	0.944 0.944	0.14 L/(>1000)	0.944 0.944	0.25 L/(>1000)	0.944 0.944	0.23 L/(>1000)	0.944 0.944	0.25 L/(>1000)

2.2.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N12

Perfil: UPN 220
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N10	N12	4.970	37.40	2690.00	197.00	16.00	-18.60	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.50	1.00	0.20	1.00
L_K	2.485	4.970	1.000	4.970
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

21.67 £ 303.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *195.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *17.55* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *10.00* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 4.33 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 1028.50 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 37.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 3.86 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 1028.50 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 37.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 1.25

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: 0.006

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *37.40* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *661.20* kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *661.20* kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $\mathbf{N_{cr,FT}}$: *1183.01* kN

$$\mathbf{N_{cr,FT}} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T} \right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T} \right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *2257.14* kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *1454.59* kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *2690.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *197.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *16.00* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *14600.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *4.970* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *2.485* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *4.970* m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: **b** : *0.79*

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

$\mathbf{i_o}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_o}$: *9.88* cm

$$\mathbf{i_o} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *8.48* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.30* cm

$\mathbf{y_o}$, $\mathbf{z_o}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $\mathbf{y_o}$: *-45.09* mm

$\mathbf{z_o}$: *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.306*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.891*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.090 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *8.57* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.090 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *24.53* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *80.30* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *292.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}^+$** : *66.15* kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}^-$** : *27.53* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *292.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \overline{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}^+** : *0.82*

c_{LT}^- : *0.34*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\overline{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \overline{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}^+** : *0.69*

f_{LT}^- : *1.74*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.76*

$\grave{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\grave{\lambda}_{LT}^{+}$: 0.44

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\grave{\lambda}_{LT}^{-}$: 1.29

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : 420.08 kN·m

M_{cr}^{-} : 48.42 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 197.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 16.00 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 14600.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^{+} : 1.000 m

L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^{-} : 4.970 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z^{+} : 0.15 k_z^{-} : 0.77

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w^{+} : 0.15 k_w^{-} : 0.77

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.015*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+Losa-SX-0.3·SY.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.23* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.880 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+SX+0.3·SY.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.26* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *17.63* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *64.10* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.078*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.090 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *24.73* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *318.93* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *20.09* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *37.40* cm²
b: Ancho de la sección. **b** : *80.00* mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : *12.50* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.00* mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *12.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **21.67** < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *21.67*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa
f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.10* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *315.16* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *19.85* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *37.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *195.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *9.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

24.73 kN ≤ **159.47 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *24.73* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *318.93* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.10 kN ≤ 157.58 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+SX-0.3·SY.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.10* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *315.16* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.308*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.896*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.480*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.090 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.63* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *24.53* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.03* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *1028.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *80.30* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *17.63* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *37.40* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *292.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *64.10* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *1.91*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.54*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ $\mathbf{m_y}$: *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ $\mathbf{m_z}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.35*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *1.00*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *1.98*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.77*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.00

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.29** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 496.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00; $C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.34

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: 1.25

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.68; $\bar{\lambda}_z$: 1.25

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: 1.29

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: 1.29

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 244.55 cm³; $W_{el,z}$: 33.62 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2257.14 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 661.20 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1454.59 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1183.01 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 2690.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 16.00 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+Losa+1.05·Q+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **24.73 kN** ≤ **159.47 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *24.73* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *318.93* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa-SX+0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *2.03* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *12.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : **0.040** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.090 m del nudo N10, para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 12.67 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 318.93 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 318.93 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.00 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 12.80 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.10* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *315.15* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *315.16* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.01* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *12.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

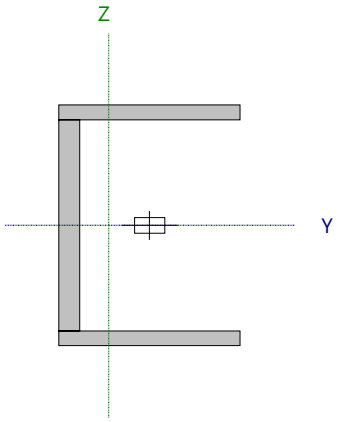
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N49/N12

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N49	N12	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.250	2.275	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.009*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N49, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *7.27* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.036*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.160*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *27.39* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *171.65* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.66

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.97

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.80

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1207.98 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1290.01 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.94 cm

i_z : 2.02 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -40.19 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.353** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.801** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 14.48 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 17.39 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 49.23 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 179.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 21.71 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 179.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.44

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.38

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 1.05

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 44.44 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.04

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.04

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.143*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *1.67* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *1.68* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.065*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *15.12* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.06* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

15.12 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *15.12* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2} \qquad \mathbf{1.06\ kN} \leq \mathbf{121.94\ kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.06* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : **0.357** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.805** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : **0.805** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N49, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 2.98 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{-}$: 17.39 kN·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd}$: 770.00 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 49.23 kN·m; $M_{pl,Rd,z}$: 11.80 kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : 28.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 179.00 cm³; $W_{pl,z}$: 42.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción. K_{yy} : 1.00; K_{yz} : 1.00; K_{zy} : 1.00; K_{zz} : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.44

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **15.12 kN** ≤ **116.62 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *15.12* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *233.24* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa-SX+0.3·SY.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *1.38* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *8.68* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+0.3·SX+SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.59* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *233.23* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.39* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.86* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.02* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

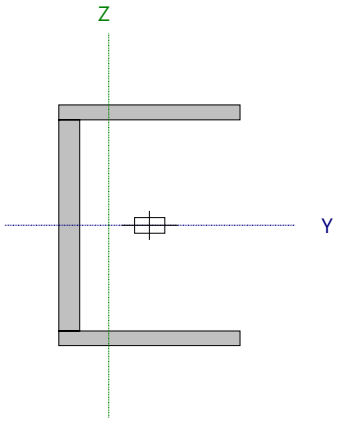
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N48/N10

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N48	N10	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N48, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *9.09* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.080*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.357*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *61.25* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *171.65* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.306*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *13.60* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *15.07* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.144*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *1.69* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *1.70* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.057*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *13.19* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.07* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

13.19 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *13.19* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.07 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.07* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.360*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.379*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.546*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *49.47* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *7.52* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *1.69* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.08*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *1.00*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.57*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.19*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.82*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.94*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.86*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.78*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.88*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.06*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.19**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.91

c_z : 0.22

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 1.86

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.38

λ_z : 1.86

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **13.19 kN** ≤ **116.62 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 13.19 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 233.24 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa-SX-0.3·SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.55* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *233.23* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+0.6·Q-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.63* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.82* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.08* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

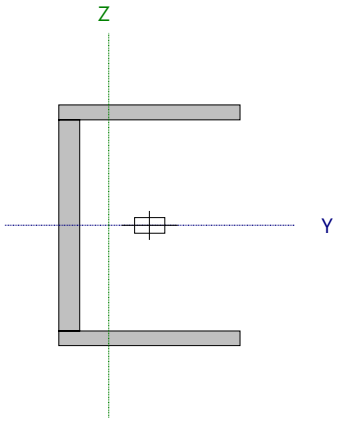
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N56/N4

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N56	N4	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	1.00	1.00
L_K	3.250	2.275	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N56, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *2.88* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.015*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.066*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *11.30* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *770.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *171.65* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.66

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.97

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.80

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1207.98 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1290.01 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.94 cm

i_z : 2.02 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -40.19 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.170** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.386** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 7.30 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 8.37 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 49.23 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 179.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 21.71 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 179.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.44

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.38

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.05

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 44.44 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.04

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.04

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.215*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *2.54* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *2.09* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.030*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *7.06* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N56, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.69* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

7.06 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *7.06* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **2.51 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.51* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.303*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.498*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.349*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.10* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}$: *8.37* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}$: *1.51* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.02*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *0.79*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.55*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.03*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ $\mathbf{m_y}$: *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ $\mathbf{m_z}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *0.99*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.86*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *0.98*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *0.99*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.03*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *0.25*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.01*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.06*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.01*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.05** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.00*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *31.97*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *1.00*; c_z : *1.00*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.44*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.86*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.38*; $\bar{\lambda}_z$: *1.86*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.05*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.05*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *150.00* cm³; $W_{el,z}$: *22.44* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *5406.17* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *223.70* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1290.01* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *1207.98* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *1350.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *9.55* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **7.06 kN** ≤ **116.40 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *7.06* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *232.80* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.030*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *7.06* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *232.80* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.74* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N56, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.69* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.41* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.74* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

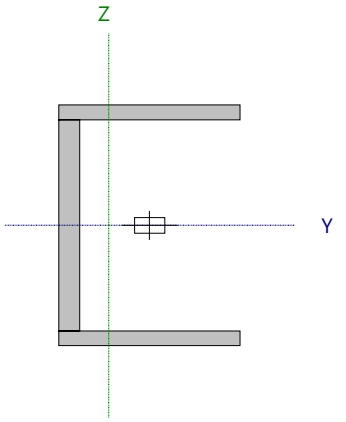
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N47/N6

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N47	N6	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.011** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N47, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 8.68 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.077** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.344** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 59.03 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 171.65 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.248*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *11.38* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *12.23* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.229*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *2.11* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *2.71* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.040*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.24* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.91* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

9.24 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *9.24* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2} \qquad \mathbf{2.71\ kN} \leq \mathbf{121.94\ kN}$$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.71* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.310*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.286*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.470*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *32.87* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *1.89* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$: *2.71* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.05*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.87*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.56*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.12*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.88*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.96*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.91*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.85*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.92*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.04*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.19**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.91

c_z : 0.22

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 1.86

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.38

λ_z : 1.86

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **9.24 kN** ≤ **116.54 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 9.24 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 233.09 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.040*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *9.24* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *233.09* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.25* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.91* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.72* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.25* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

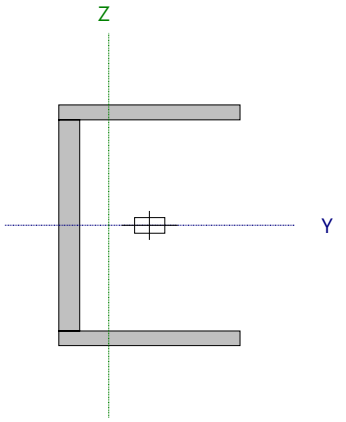
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N50/N14

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N50	N14	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.009** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N50, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 7.29 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.070** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.312** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 53.61 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 171.65 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.295*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *12.70* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *14.53* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.145*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *1.69* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *1.71* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.055*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *12.87* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

12.87 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *12.87* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.08 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$\mathbf{V_{Ed}}$** : *1.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$\mathbf{V_{c,Rd}}$** : *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.265*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.259*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.417*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$\mathbf{N_{c,Ed}}$** : *36.25* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$** : *3.60* kN·m; **$\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$** : *1.71* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$\mathbf{N_{pl,Rd}}$** : *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$** : *49.23* kN·m; **$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$** : *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$\mathbf{W_{pl,y}}$** : *179.00* cm³; **$\mathbf{W_{pl,z}}$** : *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. **$\mathbf{f_{yd}}$** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. **$\mathbf{f_y}$** : *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\mathbf{g_{M1}}$** : *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ **$\mathbf{K_{yy}}$** : *1.06*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.89*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.56*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.13*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.87*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.95*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.90*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.84*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.91*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.05*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.19**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.91

c_z : 0.22

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\grave{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\grave{\lambda}_{máx}$: 1.86

$\grave{\lambda}_y$, $\grave{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\grave{\lambda}_y$: 0.38

$\grave{\lambda}_z$: 1.86

$\grave{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\grave{\lambda}_{LT}$: 0.00

$\grave{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\grave{\lambda}_0$: 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **12.87 kN** ≤ **116.56 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 12.87 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 233.12 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.055*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *12.87* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *233.12* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.20* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.07* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.73* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.24* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

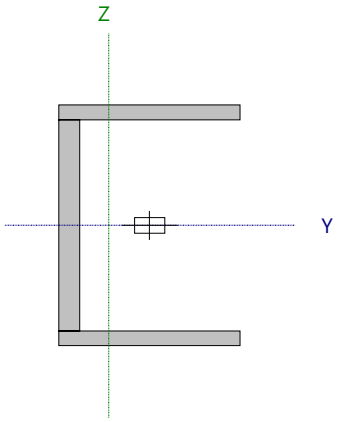
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N54/N16

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N54	N16	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.006** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N54, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 4.69 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.026** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.118** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 20.34 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 171.65 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.282*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *11.59* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *13.88* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.222*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *2.06* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.62* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.044*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *10.19* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.74* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

10.19 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *10.19* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **2.58 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.58* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.412*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.376*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.288*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.71* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *13.88* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *1.46* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.01*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.70*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.55*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.03*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *1.00*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.99*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.99*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.98*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.99*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.01*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\chi_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\chi_{máx}$: 1.86

χ_y, χ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.38

χ_z : 1.86

χ_{LT}: Esbeltez reducida. χ_{LT} : 0.00

χ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. χ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **10.19 kN** ≤ **116.49 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 10.19 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 232.97 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.044*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *10.19* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *232.97* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.45* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.74* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.60* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.44* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

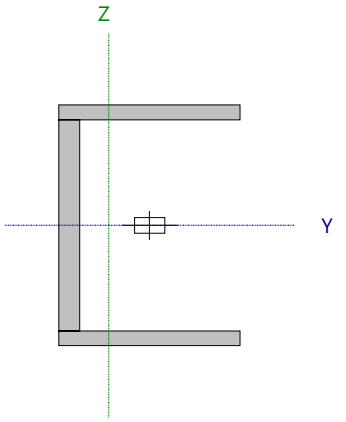
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N55/N8

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N55	N8	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N55, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 3.26 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.026** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.118** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 20.21 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 770.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 171.65 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 28.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.86

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.330*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *12.91* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *16.24* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.144*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *1.68* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *1.70* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.059*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *13.85* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.07* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

13.85 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *13.85* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.07 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.07* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.343*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.345*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.196*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *7.46* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *16.24* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.04* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.01*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.71*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.55*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.05*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *1.00*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.99*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.98*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.97*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.98*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.01*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00

c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 1.86

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.38

λ_z : 1.86

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **13.85 kN** ≤ **116.50 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 13.85 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 232.99 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.059*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *13.85* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *232.99* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.41* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.004*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.07* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.66* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.35* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

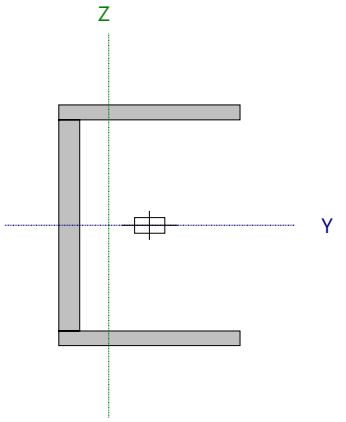
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N51/N18

Perfil: UPN 180
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N51	N18	3.250	28.00	1350.00	114.00	9.55	-15.80	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	0.70	0.00	0.00
L_K	3.250	2.275	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

19.75 £ 293.52 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *158.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.00* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *12.64* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *7.70* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N51, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *6.11* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: *770.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.038*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.172*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V1Porche+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *29.55* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: *770.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: *171.65* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *28.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.22

c_{FT} : 0.91

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.63

f_{FT} : 0.61

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.86

$`l_{FT}$: 0.38

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 223.70 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 114.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 5570.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 2.275 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.76

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.27 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.94*	cm
	i_z :	*2.02*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-40.19*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.159*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *6.59* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *7.81* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *49.23* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *179.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.223*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *2.63* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *2.14* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *11.80* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *42.90* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.029*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.66* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *14.69* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *28.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *70.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{19.75} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 19.75

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N51, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.86* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *243.87* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *15.36* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *158.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

6.66 kN ≤ **116.62 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *6.66* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *233.24* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **2.64 kN** ≤ **121.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(270°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.64* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *243.87* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.245*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.212*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.341*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *21.67* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *1.78* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$: *2.13* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *770.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *49.23* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *11.80* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *28.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *179.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *42.90* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.03*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.79*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.55*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.08*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.92*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.97*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.94*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.90*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.95*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.03*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.19**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.91

c_z : 0.22

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 1.86

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.38

λ_z : 1.86

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 150.00 cm³

$W_{el,z}$: 22.44 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 5406.17 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 223.70 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 5406.17 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1350.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 9.55 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.66 kN** ≤ **116.52 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 6.66 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 233.04 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.38* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.029*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *6.66* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *233.04* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *233.24* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.34* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.140 m del nudo N51, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.86* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *243.67* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *243.87* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.34* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *8.68* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

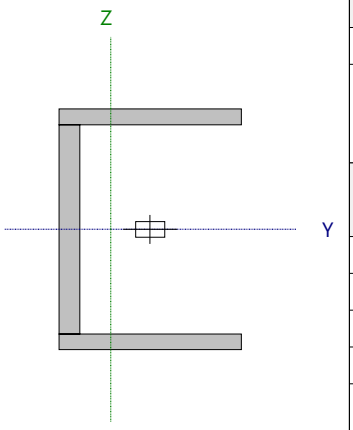
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N39/N40

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N39	N40	3.000	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ h : **0.011** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.890 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 6.98 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 660.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ h : **0.040** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ h : **0.177** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 26.58 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 660.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 150.15 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.23

c_{FT} : 0.81

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.58

f_{FT} : 0.74

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.83

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.56

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 196.44 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 196.44 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 2130.19 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2130.19 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.21*	cm
	i_z :	*1.89*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*-38.18*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.074*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.445 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *2.79* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.445 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *2.61* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *37.95* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *138.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.167*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.445 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1.61* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.445 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *1.25* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.020*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.87* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *10.50* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *10.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **18.53** < **55.46** ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. **l_w** : *18.53*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. **$l_{máx}$** : *55.46*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : *1.20*

e: Factor de reducción. **e** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.010*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.23* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *13.58* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

3.31 kN ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.31* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.91 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(0°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.91* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.237*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.225*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.334*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.445 m del nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+Losa+1.05·Q+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *22.79* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *2.79* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$: *1.25* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.04*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *0.82*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.56*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.09*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.91*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *0.97*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.93*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *0.88*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *0.94*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : 0.03

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \le 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.19**

$C_{m,y} = C_{m,y,0}$ $C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z} = C_{m,z,0}$ $C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT} = 1.00$ $C_{m,LT}$: 1.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00

$C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.81

c_z : 0.23

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 1.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 1.83

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.56

λ_z : 1.83

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 0.00

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 0.00

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 115.63 cm³

$W_{el,z}$: 18.30 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2130.19 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 196.44 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 2130.19 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.206 m del nudo N39, para la combinación de acciones PP+Losa+1.5·V(90°)H1.

$$V_{Ed,z} \le \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **3.31 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 3.31 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 194.34 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.2.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N47/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 1.1	x: 0 m η = 34.4	x: 0 m η = 24.8	x: 0 m η = 22.9	x: 0 m η = 4.0	x: 3.14 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 4.0	x: 3.14 m η = 1.2	**CUMPLE h = 47.0**
N55/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.4	x: 0 m η = 11.8	x: 0 m η = 33.0	x: 0 m η = 14.4	x: 0 m η = 5.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.5	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 5.9	η = 0.4	**CUMPLE h = 34.5**
N48/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 1.2	x: 0 m η = 35.7	x: 0 m η = 30.6	x: 0 m η = 14.4	x: 0 m η = 5.7	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.6	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.1	η = 0.3	**CUMPLE h = 54.6**
N50/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.9	x: 0 m η = 31.2	x: 0 m η = 29.5	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 5.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 41.7	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 5.5	η = 0.4	**CUMPLE h = 41.7**
N54/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.6	x: 0 m η = 11.8	x: 0 m η = 28.2	x: 0 m η = 22.2	x: 0 m η = 4.4	x: 3.14 m η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 41.2	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 4.4	x: 3.14 m η = 1.1	**CUMPLE h = 41.2**
N51/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.8	x: 0 m η = 17.2	x: 0 m η = 15.9	x: 0 m η = 22.3	x: 0 m η = 2.9	x: 3.14 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.1	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 2.9	x: 3.14 m η = 1.2	**CUMPLE h = 34.1**
N53/N20	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.139 m η = 0.5	x: 0 m η = 6.6	x: 0 m η = 12.2	x: 0 m η = 14.1	η = 1.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.2	η < 0.1	η = 0.4	η = 1.5	η = 0.4	**CUMPLE h = 16.2**
N2/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.1	x: 5 m η = 2.5	x: 0 m η = 4.5	x: 5 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 6.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 5 m η = 0.5	η = 0.1	**CUMPLE h = 6.8**
N6/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 0.2	x: 5 m η = 2.2	x: 0 m η = 1.6	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 3.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 3.0**
N10/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 0.2	x: 5 m η = 2.7	x: 5 m η = 1.6	x: 5 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 3.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 5 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 3.8**
N14/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 4.375 m η = 2.4	x: 5 m η = 4.6	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 6.3	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE h = 6.3**
N4/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.2	x: 0.938 m η = 2.3	x: 0 m η = 5.7	x: 5 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 7.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 0.3	η < 0.1	**CUMPLE h = 7.4**
N8/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 0 m η = 2.5	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.8	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.8**
N12/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 0 m η = 1.9	x: 5 m η = 2.9	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 3.6	η < 0.1	η = 0.3	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 3.6**
N16/N20	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.4	x: 5 m η = 6.0	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 7.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	**CUMPLE h = 7.2**
N37/N38	x: 0.206 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.89 m η = 0.5	x: 0 m η = 11.9	x: 1.445 m η = 8.6	x: 1.445 m η = 15.7	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 1.0	x: 0.206 m η < 0.1	x: 0.206 m η < 0.1	x: 1.445 m η = 24.0	x: 0.206 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 24.0**
N39/N40	x: 0.206 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.89 m η = 1.1	x: 0 m η = 17.7	x: 1.445 m η = 7.4	x: 1.445 m η = 16.7	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 1.0	x: 0.206 m η < 0.1	x: 0.206 m η < 0.1	x: 1.445 m η = 33.4	x: 0.206 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 33.4**
N41/N42	x: 0.206 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.89 m η = 0.8	x: 0 m η = 17.6	x: 1.445 m η = 7.4	x: 1.445 m η = 15.7	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 1.0	x: 0.206 m η < 0.1	x: 0.206 m η < 0.1	x: 1.445 m η = 32.3	x: 0.206 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 32.3**
N45/N44	x: 0.206 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.89 m η = 0.3	x: 0 m η = 11.5	x: 1.445 m η = 8.6	x: 1.445 m η = 16.7	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 1.0	x: 0.206 m η < 0.1	x: 0.206 m η < 0.1	x: 1.239 m η = 24.1	x: 0.206 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 24.1**
N49/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.9	x: 0 m η = 16.0	x: 0 m η = 80.1	x: 0 m η = 14.3	x: 0 m η = 6.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.5	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.1	η = 0.2	**CUMPLE h = 80.5**
N46/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.139 m η = 0.9	x: 0 m η = 18.5	x: 0 m η = 11.2	x: 0 m η = 14.3	η = 1.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 26.1	η < 0.1	η = 0.2	η = 1.3	η = 0.4	**CUMPLE h = 26.1**
N56/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.14 m η = 0.4	x: 0 m η = 6.6	x: 0 m η = 38.6	x: 0 m η = 21.5	x: 0 m η = 3.0	x: 3.14 m η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 49.8	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 3.0	x: 3.14 m η = 1.1	**CUMPLE h = 49.8**
N58/N62	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 2.813 m η = 2.0	x: 0 m η = 2.1	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 3.4	η < 0.1	η = 0.2	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 3.4**
N62/N61	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 5 m η = 3.7	x: 5 m η = 1.0	x: 5 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 4.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 5 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.7**
N61/N60	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.7**
N60/N59	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 2.188 m η = 1.9	x: 5 m η = 2.2	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.2	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 3.2**
N58/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 14.5	x: 1.51 m η = 5.5	x: 1.51 m η = 4.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 14.7	η < 0.1	η = 0.3	x: 1.51 m η = 4.5	η = 0.3	**CUMPLE h = 14.7**
N2/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.3	η = 0.2	x: 0.09 m η = 13.0	x: 2.58 m η = 9.5	x: 0.09 m η = 4.5	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 20.9	η < 0.1	η = 5.8	x: 0.09 m η = 2.7	η = 0.4	**CUMPLE h = 20.9**
N38/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.1	x: 2.3 m η = 5.1	x: 0 m η = 9.5	x: 0 m η = 2.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.2	η < 0.1	η = 6.1	x: 0 m η = 2.1	η = 0.3	**CUMPLE h = 11.2**
N62/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 27.2	x: 1.51 m η = 5.3	x: 1.51 m η = 8.6	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 27.6	η < 0.1	η = 0.1	x: 1.51 m η = 8.6	η = 0.3	**CUMPLE h = 27.6**
N6/N40	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.3	η = 0.4	x: 0.09 m η = 24.0	x: 2.58 m η = 9.2	x: 0.09 m η = 6.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 30.2	η < 0.1	η = 6.0	x: 0.09 m η = 5.1	η = 0.4	**CUMPLE h = 30.2**
N40/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 0.2	x: 2.3 m η = 8.5	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 4.1	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.3 m η = 15.7	η < 0.1	η = 6.6	x: 0 m η = 4.1	η = 0.4	**CUMPLE h = 15.7**
N61/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 29.9	x: 1.51 m η = 2.0	x: 1.51 m η = 9.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 30.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 1.51 m η = 5.4	η = 0.1	**CUMPLE h = 30.1**
N10/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.4	x: 0.09 m η = 89.1	x: 4.88 m η = 1.5	x: 0.09 m η = 7.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 89.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 4.0	η < 0.1	**CUMPLE h = 89.6**
N60/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 27.0	x: 1.51 m η = 4.2	x: 1.51 m η = 8.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 27.5	η < 0.1	η = 0.2	x: 1.51 m η = 8.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 27.5**
N14/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 0.2	x: 0.09 m η = 23.8	x: 2.58 m η = 8.9	x: 0.09 m η = 4.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 29.4	η < 0.1	η = 5.7	x: 0.09 m η = 4.9	η = 0.4	**CUMPLE h = 29.4**
N42/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.3	η = 0.4	x: 1.342 m η = 9.7	x: 0 m η = 8.9	x: 0 m η = 5.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.3 m η = 16.2	η < 0.1	η = 6.1	x: 0 m η = 4.1	η = 0.4	**CUMPLE h = 16.2**
N59/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 14.6	x: 1.51 m η = 6.5	x: 1.51 m η = 4.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.51 m η = 15.0	η < 0.1	η = 0.3	x: 1.51 m η = 4.5	η = 0.3	**CUMPLE h = 15.0**
N18/N44	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.1	x: 0.09 m η = 13.1	x: 2.58 m η = 9.7	x: 0.09 m η = 2.6	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.09 m η = 19.2	η < 0.1	η = 5.9	x: 0.09 m η = 2.6	η = 0.4	**CUMPLE h = 19.2**
N44/N20	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.3	x: 1.342 m η = 6.8	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 3.6	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.3 m η = 12.3	η < 0.1	η = 6.6	x: 2.3 m η = 2.1	η = 0.4	**CUMPLE h = 12.3**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

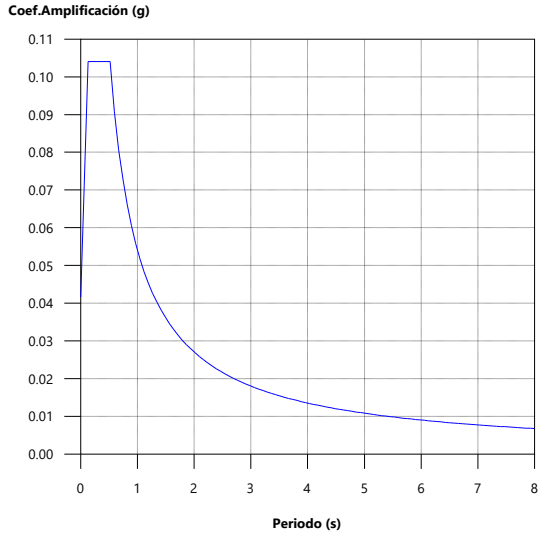
2.2.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

2.2.3.1. Espectro de cálculo

2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \le T \le T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \le 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \le \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \le T \le T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

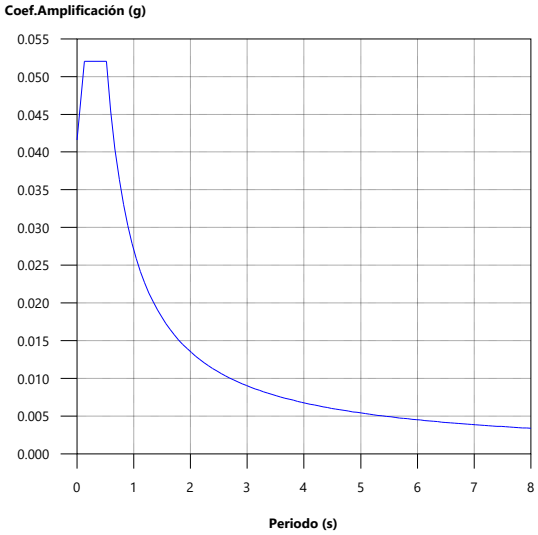
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



2.2.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.935	1	0.0008	96.28 %	0 %	R = 2 A = 0.284 m/s² D = 6.29101 mm	R = 2 A = 0.284 m/s² D = 6.29101 mm
Modo 2	0.600	1	0.0093	3.29 %	0 %	R = 2 A = 0.443 m/s² D = 4.03306 mm	R = 2 A = 0.443 m/s² D = 4.03306 mm
Modo 3	0.349	0.0069	1	0 %	0.85 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.57344 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.57344 mm
Modo 4	0.334	0.1001	0.995	0.15 %	14.37 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.43768 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.43768 mm
Modo 5	0.331	0.0218	0.9998	0.03 %	62.07 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.41739 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.41739 mm
Modo 6	0.320	0.9998	0.0189	0.02 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.32043 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.32043 mm
Modo 7	0.298	0.0001	1	0 %	1.08 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.14723 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.14723 mm
Modo 8	0.284	0.0042	1	0 %	2.27 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.04064 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.04064 mm
Modo 9	0.268	0.9753	0.221	0.22 %	0.01 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.92603 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.92603 mm
Modo 10	0.244	0.1402	0.9901	0 %	0.12 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.76849 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.76849 mm
Modo 11	0.241	0.0027	1	0 %	19.23 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.74993 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.74993 mm
Total				99.99 %	100 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

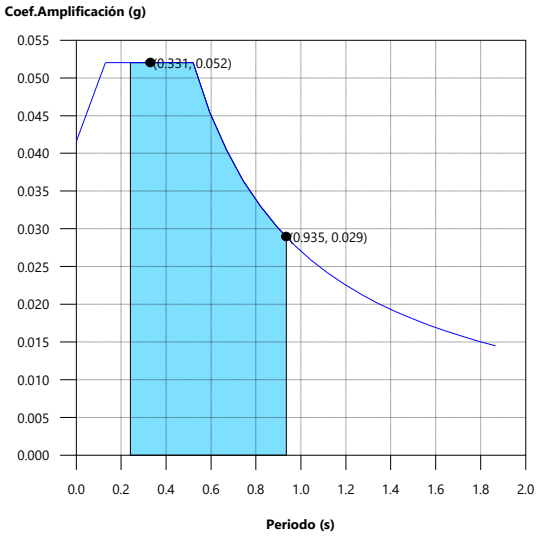
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.935	0.029
Modo 5	0.331	0.052

3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N56 y N51	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 12.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 130 cm Ancho zapata Y: 130 cm Canto: 55 cm	Sup X: 5Ø16c/26 Sup Y: 5Ø16c/26 Inf X: 5Ø16c/26 Inf Y: 5Ø16c/26
N55 y N47	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 235 cm Ancho zapata Y: 130 cm Canto: 55 cm	Sup X: 6Ø16c/22 Sup Y: 19Ø12c/12 Inf X: 6Ø16c/22 Inf Y: 19Ø12c/12
N49 y N48	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 127.5 cm Ancho inicial Y: 122.5 cm Ancho final X: 127.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 255 cm Ancho zapata Y: 140 cm Canto: 60 cm	Sup X: 6Ø16c/24 Sup Y: 12Ø16c/21 Inf X: 6Ø16c/24 Inf Y: 12Ø16c/21
N54	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 102.5 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 235 cm Ancho zapata Y: 120 cm Canto: 55 cm	Sup X: 5Ø16c/25 Sup Y: 17Ø12c/13 Inf X: 5Ø16c/25 Inf Y: 17Ø12c/13
N50	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 127.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 127.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 255 cm Ancho zapata Y: 130 cm Canto: 60 cm	Sup X: 6Ø16c/22 Sup Y: 12Ø16c/21 Inf X: 6Ø16c/22 Inf Y: 12Ø16c/21
N53 y N46	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 12.5 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 130 cm Ancho zapata Y: 130 cm Canto: 55 cm	Sup X: 5Ø16c/26 Sup Y: 5Ø16c/26 Inf X: 5Ø16c/26 Inf Y: 5Ø16c/26

3.1.2. Medición

Referencias: N56 y N51		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.51 5x2.38	7.55 11.92

Referencias: N56 y N51		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.51 5x2.38	7.55 11.92
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.61 5x2.54	8.05 12.71
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.61 5x2.54	8.05 12.71
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	31.20 49.26	 49.26
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	34.32 54.19	 54.19

Referencias: N55 y N47		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		6x2.20 6x3.47	13.20 20.83
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	19x1.44 19x1.28		27.36 24.29
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		6x2.20 6x3.47	13.20 20.83
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	19x1.50 19x1.33		28.50 25.30
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	55.86 49.59	26.40 41.66	 91.25
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	61.45 54.55	29.04 45.83	 100.38

Referencias: N49 y N48		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x2.40 6x3.79	14.40 22.73
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.61 12x2.54	19.32 30.49
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x2.40 6x3.79	14.40 22.73
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.71 12x2.70	20.52 32.39
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	68.64 108.34	 108.34
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	75.50 119.17	 119.17

Referencia: N54		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		5x2.20 5x3.47	11.00 17.36
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x1.34 17x1.19		22.78 20.22
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		5x2.20 5x3.47	11.00 17.36
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x1.40 17x1.24		23.80 21.13

Referencia: N54		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	46.58 41.35	22.00 34.72	 76.07
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	51.24 45.49	24.20 38.19	 83.68

Referencia: N50		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x2.40 6x3.79	14.40 22.73
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.51 12x2.38	18.12 28.60
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x2.40 6x3.79	14.40 22.73
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.61 12x2.54	19.32 30.49
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	66.24 104.55	 104.55
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	72.86 115.01	 115.01

Referencias: N53 y N46		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.51 5x2.38	7.55 11.92
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.51 5x2.38	7.55 11.92
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.61 5x2.54	8.05 12.71
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.61 5x2.54	8.05 12.71
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	31.20 49.26	 49.26
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	34.32 54.19	 54.19

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N56 y N51		2x54.19	108.38	2x0.93	2x0.17
Referencias: N55 y N47	2x54.55	2x45.83	200.76	2x1.68	2x0.31
Referencias: N49 y N48		2x119.17	238.34	2x2.14	2x0.36
Referencia: N54	45.49	38.19	83.68	1.55	0.28
Referencia: N50		115.01	115.01	1.99	0.33
Referencias: N53 y N46		2x54.19	108.38	2x0.93	2x0.17
Totales	154.59	699.96	854.55	14.90	2.61

3.1.3. Comprobación

Referencia: N56 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.021 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.019 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.019 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.021 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.019 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y:		No procede(1)
(1) *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.24	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 21.58	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.03 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 12.61 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.77 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.22 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 65.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 33.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N56:	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N56 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 76 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		

Referencia: N56 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 11.15 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 4.97 kN, Axil concomitante: 23.90 kN - Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 13.64 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 0.63 kN, Axil concomitante: 29.24 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 257.71 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 257.71 kN		

Referencia: N55 Dimensiones: 235 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.026 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.026 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.052 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.029 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2105.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 9.2 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.27	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.19	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.03 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 23.47 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.08 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 29.43 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 68.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 31.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple

Referencia: N55 Dimensiones: 235 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N55:	Mínimo: 35 cm Calculado: 49 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 62 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 65 cm	 Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	

Referencia: N55 Dimensiones: 235 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 20.99 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 9.25 kN, Axil concomitante: 45.01 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 23.24 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.28 kN, Axil concomitante: 49.84 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.07
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 258.10 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 466.56 kN

Referencia: N49 Dimensiones: 255 x 140 x 60 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.028 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.020 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.036 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.056 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2895.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.61	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 11.3	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 9.68 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 27.06 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.03 kN	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 255 x 140 x 60 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 32.37 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 84.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 38.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N49:	Mínimo: 35 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple

Referencia: N49 Dimensiones: 255 x 140 x 60 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 25.48 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 9.78 kN, Axil concomitante: 54.64 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 32.64 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.89 kN, Axil concomitante: 69.99 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 297.24 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 541.41 kN		

Referencia: N54 Dimensiones: 235 x 120 x 55 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.026 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.054 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.029 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1069.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		

Referencia: N54 Dimensiones: 235 x 120 x 55 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.66	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 16.72	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.36 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 19.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.47 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 26.88 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 68.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 28.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N54:	Mínimo: 35 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	Cumple

Referencia: N54
Dimensiones: 235 x 120 x 55
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø12c/13

Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 18.61 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.99 kN, Axil concomitante: 39.92 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 21.30 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.27 kN, Axil concomitante: 45.69 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 238.28 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 466.56 kN

Referencia: N50
Dimensiones: 255 x 130 x 60
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/21

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.069 MPa	Cumple

Referencia: N50 Dimensiones: 255 x 130 x 60 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2767.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.87	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 24.19	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.24 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 22.47 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 15.79 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 31.10 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 162.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 55.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N50:	Mínimo: 35 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple

Referencia: N50 Dimensiones: 255 x 130 x 60 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 24.70 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 8.60 kN, Axil concomitante: 52.97 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 30.85 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.28 kN, Axil concomitante: 66.16 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 276.05 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 541.41 kN

Referencia: N48 Dimensiones: 255 x 140 x 60 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		

Referencia: N48
Dimensiones: 255 x 140 x 60
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21

Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.035 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.054 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.071 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.051 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3054.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 14.5 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.1	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 13.79	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 19.76 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 23.74 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.05 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 29.33 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 186.4 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 68.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N48:	Mínimo: 35 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.0016	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N48
Dimensiones: 255 x 140 x 60
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21

Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 26.38 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 8.50 kN, Axil concomitante: 56.56 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 39.17 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.84 kN, Axil concomitante: 84.00 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09

Referencia: N48
Dimensiones: 255 x 140 x 60
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/21

Comprobación	Valores	Estado
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 297.24 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 541.41 kN		

Referencia: N47
Dimensiones: 235 x 130 x 55
Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.034 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.021 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.069 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.043 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1142.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.17	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 21.01	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.23 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 17.78 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 17.36 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 23.74 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 195.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 58 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N47:	Mínimo: 35 cm Calculado: 49 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple

Referencia: N47 Dimensiones: 235 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: N47 Dimensiones: 235 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Zapata de tipo rígido - Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 20.33 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.41 kN, Axil concomitante: 43.59 kN - Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 26.89 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.28 kN, Axil concomitante: 57.66 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 258.10 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 466.56 kN		

Referencia: N53 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.020 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.020 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y:		No procede(1)
(1) *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.18	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 18.99	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.35 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 8.38 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.59 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.71 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 63.9 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 18.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple

Referencia: N53
Dimensiones: 130 x 130 x 55
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26

Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N53:	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 76 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 81 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 71 cm	 Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N53 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.41 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.25 kN, Axil concomitante: 20.19 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 12.01 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 0.63 kN, Axil concomitante: 25.75 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 257.71 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 257.71 kN		

Referencia: N46 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede[1]
- En dirección Y:		No procede[1]
[1] *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.55	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 23.45	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.41 kN·m	Cumple

Referencia: N46 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 8.28 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 15.99 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 12.36 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 177.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 46.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N46:	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 76 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 81 cm	Cumple

Referencia: N46 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.18 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.02 kN, Axil concomitante: 19.68 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 15.48 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 0.66 kN, Axil concomitante: 33.20 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 257.71 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 257.71 kN		

Referencia: N51 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.026 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede[1]

Referencia: N51 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y: (1) *Sin momento de vuelco*		No procede(1)
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.3	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 26.35	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.25 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 12.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 15.11 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 168.1 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 61.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N51:	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00141	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 76 cm	Cumple

Referencia: N51 Dimensiones: 130 x 130 x 55 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 10.96 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 4.76 kN, Axil concomitante: 23.51 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 17.25 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 0.65 kN, Axil concomitante: 37.00 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 257.71 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 257.71 kN		

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
VC.T-1.1 [N46-N47] y VC.T-1.1 [N53-N54]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
C [N47-N48], C [N48-N50], C [N54-N49] y C [N49-N55]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø16 Inferior: 2Ø16 Estribos: 1xØ8c/25
VC.T-1.1 [N50-N51] y VC.T-1.1 [N55-N56]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
VC.T-1.1 [N51-N53] y VC.T-1.1 [N56-N46]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20

3.2.2. Medición

Referencias: VC.T-1.1 [N46-N47] y VC.T-1.1 [N53-N54]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.38 2x4.78		10.76 9.55
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x5.35 3x4.75		16.05 14.25
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x5.48 4x8.65	21.92 34.60
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.53 15x0.60			22.95 9.06
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	22.95 9.06	26.81 23.80	21.92 34.60	 67.46
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	25.25 9.97	29.49 26.18	24.11 38.06	 74.21

Referencias: C [N47-N48], C [N48-N50], C [N54-N49] y C [N49-N55]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.38 2x8.49	10.76 16.98
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.48 2x8.65	10.96 17.30
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.33 12x0.52		15.96 6.30
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	15.96 6.30	21.72 34.28	 40.58
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	17.56 6.93	23.89 37.71	 44.64

Referencias: VC.T-1.1 [N50-N51] y VC.T-1.1 [N55-N56]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.38 2x4.78		10.76 9.55
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x5.35 3x4.75		16.05 14.25
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x5.48 4x8.65	21.92 34.60

Referencias: VC.T-1.1 [N50-N51] y VC.T-1.1 [N55-N56]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	14x1.53 14x0.60			21.42 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	21.42 8.45	26.81 23.80	21.92 34.60	66.85
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	23.56 9.30	29.49 26.18	24.11 38.06	73.54

Referencias: VC.T-1.1 [N51-N53] y VC.T-1.1 [N56-N46]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.46 2x4.85		10.92 9.70
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x5.46 3x4.85		16.38 14.54
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x5.54 4x8.74	22.16 34.98
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.53 15x0.60			22.95 9.06
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	22.95 9.06	27.30 24.24	22.16 34.98	68.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	25.25 9.97	30.03 26.66	24.38 38.48	75.11

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)	
Elemento	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: VC.T-1.1 [N46-N47] y VC.T-1.1 [N53-N54]	2x9.97	2x26.18	2x38.06	148.42	2x0.53	2x0.11
Referencias: C [N47-N48], C [N48-N50], C [N54-N49] y C [N49-N55]	4x6.93		4x37.71	178.56	4x0.41	4x0.10
Referencias: VC.T-1.1 [N50-N51] y VC.T-1.1 [N55-N56]	2x9.30	2x26.18	2x38.06	147.08	2x0.51	2x0.10
Referencias: VC.T-1.1 [N51-N53] y VC.T-1.1 [N56-N46]	2x9.97	2x26.66	2x38.48	150.22	2x0.54	2x0.11
Totales	86.20	158.04	380.04	624.28	4.80	1.04

3.2.3. Comprobación

Referencia: VC.T-1.1 [N46-N47] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:		No procede(1)

Referencia: VC.T-1.1 [N46-N47] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
(1) *Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:		
- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:		
- Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:		
- Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.01 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:	Momento flector: 3.03 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -15.34 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: -5.12 kN·m Axil: ± 0.09 kN	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N46-N47] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
	Momento flector: -3.59 kN·m Axil: ± 0.09 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 4.01 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.34 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		

Referencia: C.2.1 [N47-N48] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø16 -Armadura inferior: 2Ø16 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Referencia: C.2.1 [N47-N48] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø16 -Armadura inferior: 2Ø16 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.02 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.11 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)		

Referencia: C.2.1 [N48-N50] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.02 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.11 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.2.1 [N48-N50] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)		

Referencia: VC.T-1.1 [N50-N51] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: (1) *Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N50-N51] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.01 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 3.32 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -15.41 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -6.74 kN·m Axil: ± 0.09 kN	Cumple
	Momento flector: -5.20 kN·m Axil: ± 0.09 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	

Referencia: VC.T-1.1 [N50-N51] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 4.03 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.76 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.T-1.1 [N51-N53] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		

Referencia: VC.T-1.1 [N51-N53] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.01 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 11.64 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -18.15 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -6.37 kN·m Axil: ± 0.06 kN	Cumple
	Momento flector: -5.84 kN·m Axil: ± 0.06 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N51-N53] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 5.05 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.74 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.T-1.1 [N53-N54] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)

Referencia: VC.T-1.1 [N53-N54] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 2.24 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -5.56 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -2.31 kN·m Axil: ± 0.04 kN	Cumple
	Momento flector: -1.40 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N53-N54] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.45 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: C.2.1 [N54-N49] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple

Referencia: C.2.1 [N54-N49] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.01 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.07 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)

Referencia: C.2.1 [N49-N55] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.01 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.07 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.2.1 [N49-N55] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø16 -Armadura inferior: 2Ø16 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)		

Referencia: VC.T-1.1 [N55-N56] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: (1) *Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N55-N56] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 2.82 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -8.15 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -3.71 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple
	Momento flector: -2.79 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	

Referencia: VC.T-1.1 [N55-N56] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 2.13 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		

Referencia: VC.T-1.1 [N56-N46] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		

Referencia: VC.T-1.1 [N56-N46] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 10.65 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -14.85 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -5.50 kN·m Axil: ± 0.04 kN	Cumple
	Momento flector: -4.95 kN·m Axil: ± 0.04 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N56-N46] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 4.60 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.39 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

ANEXO IX: CÁLCULO EDIFICIO COMPLEMENTARÍO

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2
1.1. Normas consideradas 2
1.2. Estados límite 2
1.2.1. Situaciones de proyecto 2
1.3. Sismo 5
1.3.1. Datos generales de sismo 5

2. ESTRUCTURA 6
2.1. Geometría 6
2.1.1. Nudos 6
2.1.2. Barras 7
2.2. Resultados 9
2.2.1. Nudos 10
2.2.2. Barras 99
2.2.3. Sismo 762

3. CIMENTACIÓN 766
3.1. Elementos de cimentación aislados 766
3.1.1. Descripción 766
3.1.2. Medición 767
3.1.3. Comprobación 769
3.2. Vigas 784
3.2.1. Descripción 784
3.2.2. Medición 785
3.2.3. Comprobación 787

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categoría de uso: D. Comercios

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	EC Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Eurocódigos 3 y 4

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[(1)]

Notas:
[(1)] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N6	4.600	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	4.600	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	9.200	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	9.200	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	9.200	4.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	9.200	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	13.250	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	13.250	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	13.250	4.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	13.250	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	0.430	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	0.430	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N23	0.430	4.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	0.430	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	6.550	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	6.550	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	4.890	4.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	4.890	4.500	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	4.890	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	4.890	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N21/N22	N21/N22	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N23/N24	N23/N24	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N22/N24	N22/N24	UPN 200 (UPN)	4.500	1.00	1.00	1.000	4.500
		N32/N31	N32/N31	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N29/N30	N29/N30	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N31/N30	N31/N30	UPN 200 (UPN)	4.500	1.00	1.00	1.000	4.500
		N9/N10	N9/N10	UPN 200 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N11/N12	N11/N12	UPN 200 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N10/N12	N10/N12	UPN 200 (UPN)	4.500	1.00	1.00	1.000	4.500
		N20/N17	N20/N17	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N19/N18	N19/N18	UPN 160 (UPN)	3.250	1.00	1.00	3.250	3.250
		N17/N18	N17/N18	UPN 200 (UPN)	4.500	1.00	1.00	1.000	4.500
		N22/N6	N22/N17	UPN 200 (UPN)	4.170	1.00	1.00	-	-
		N6/N31	N22/N17	UPN 200 (UPN)	0.290	1.00	1.00	-	-
		N31/N26	N22/N17	UPN 200 (UPN)	1.660	1.00	1.00	-	-
		N26/N10	N22/N17	UPN 200 (UPN)	2.650	1.00	1.00	-	-
		N10/N17	N22/N17	UPN 200 (UPN)	4.050	1.00	1.00	-	-
		N24/N8	N24/N18	UPN 200 (UPN)	4.170	1.00	1.00	-	-
		N8/N30	N24/N18	UPN 200 (UPN)	0.290	1.00	1.00	-	-
		N30/N28	N24/N18	UPN 200 (UPN)	1.660	1.00	1.00	-	-
		N28/N12	N24/N18	UPN 200 (UPN)	2.650	1.00	1.00	-	-
		N12/N18	N24/N18	UPN 200 (UPN)	4.050	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N21/N22, N23/N24, N32/N31, N29/N30, N20/N17 y N19/N18
2	N22/N24, N31/N30, N9/N10, N11/N12, N10/N12, N17/N18, N22/N17 y N24/N18

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	1	UPN 160, (UPN)	24.00	10.24	9.38	925.00	85.30	7.39
		2	UPN 200, (UPN)	32.20	12.94	13.54	1910.00	148.00	11.90

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)	N21/N22	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N23/N24	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N22/N24	UPN 200 (UPN)	4.500	0.014	113.75
		N32/N31	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N29/N30	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N31/N30	UPN 200 (UPN)	4.500	0.014	113.75
		N9/N10	UPN 200 (UPN)	3.250	0.010	82.15
		N11/N12	UPN 200 (UPN)	3.250	0.010	82.15
		N10/N12	UPN 200 (UPN)	4.500	0.014	113.75
		N20/N17	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N19/N18	UPN 160 (UPN)	3.250	0.008	61.23
		N17/N18	UPN 200 (UPN)	4.500	0.014	113.75
		N22/N17	UPN 200 (UPN)	12.820	0.041	324.05
		N24/N18	UPN 200 (UPN)	12.820	0.041	324.05

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			UPN 160	19.500			0.047			367.38		
			UPN 200	50.140			0.161			1267.39		
		UPN			69.640			0.208			1634.77	
Acero laminado	S275 (EN 1993-1-1)					69.640			0.208			1634.77

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
UPN	UPN 160	0.565	19.500	11.018
	UPN 200	0.683	50.140	34.246
			Total	**45.263**

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.506 m	1.013 m	1.519 m	2.025 m	2.531 m	3.038 m	3.544 m	4.050 m
			$N_{máx}$	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
			$Vy_{mín}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			$Vy_{máx}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			$Vz_{mín}$	-0.360	-0.234	-0.109	-0.017	-0.098	0.027	0.153	0.278	0.404
			$Vz_{máx}$	-0.360	-0.234	-0.109	0.017	0.142	0.268	0.393	0.519	0.645
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-0.07	-0.15	0.06	0.20	0.29	0.19	0.02	-0.21	-0.51
			$My_{máx}$	0.07	0.22	0.31	0.33	0.29	0.19	0.02	0.15	-0.02
			$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068
			$N_{máx}$	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			$Vy_{mín}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			$Vy_{máx}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			$Vz_{mín}$	-0.360	-0.235	-0.109	-0.016	-0.099	0.027	0.152	0.278	0.403
			$Vz_{máx}$	-0.360	-0.235	-0.109	0.016	0.142	0.267	0.393	0.518	0.644
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-0.07	-0.15	0.06	0.20	0.29	0.19	0.02	-0.21	-0.51
			$My_{máx}$	0.07	0.22	0.31	0.33	0.29	0.19	0.02	0.15	-0.02
			$Mz_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		PP+0.6·Q+SX-0.3·SY	$N_{mín}$	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068
			$N_{máx}$	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			$Vy_{mín}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			$Vy_{máx}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			$Vz_{mín}$	-0.360	-0.235	-0.109	-0.016	-0.099	0.027	0.152	0.278	0.403
			$Vz_{máx}$	-0.360	-0.235	-0.109	0.016	0.142	0.267	0.393	0.518	0.644
			$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$My_{mín}$	-0.07	-0.15	0.06	0.20	0.29	0.19	0.02	-0.21	-0.51
			$My_{máx}$	0.07	0.22	0.31	0.33	0.29	0.19	0.02	0.15	-0.02
			$Mz_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.2.1.3. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N21/N22	Acero laminado	$N_{mín}$	-15.997	-15.281	-14.566	-13.850	-13.135	-12.419	-11.703	-10.988	-10.272
		$N_{máx}$	-0.190	0.340	0.870	1.400	1.930	2.460	2.991	3.521	4.051
		$Vy_{mín}$	-4.957	-3.746	-2.535	-1.403	-1.039	-0.675	-0.663	-1.513	-2.362
		$Vy_{máx}$	4.439	3.589	2.740	1.890	1.041	1.102	2.313	3.524	4.734
		$Vz_{mín}$	-5.895	-5.157	-4.645	-4.133	-3.620	-3.108	-2.596	-2.084	-1.732
		$Vz_{máx}$	6.960	6.043	5.125	4.207	3.290	2.372	1.831	2.956	4.080
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-6.91	-4.71	-2.72	-1.10	-0.87	-2.02	-2.79	-3.20	-3.23
		$My_{máx}$	7.46	4.82	2.55	1.20	1.99	2.55	3.16	4.11	4.86
		$Mz_{mín}$	-2.75	-1.54	-0.75	-0.32	-0.92	-1.17	-1.08	-0.72	-2.40
		$Mz_{máx}$	3.53	1.90	0.62	1.07	1.37	1.17	0.94	0.99	0.90

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N23/N24	Acero laminado	$N_{mín}$	-15.997	-15.281	-14.566	-13.850	-13.135	-12.419	-11.703	-10.988	-10.272
		$N_{máx}$	-0.190	0.340	0.870	1.400	1.930	2.460	2.991	3.521	4.051
		$Vy_{mín}$	-4.957	-3.746	-2.535	-1.403	-1.039	-0.675	-0.663	-1.513	-2.362
		$Vy_{máx}$	4.439	3.589	2.740	1.890	1.041	1.102	2.313	3.524	4.734
		$Vz_{mín}$	-6.960	-6.043	-5.125	-4.207	-3.290	-2.372	-1.831	-2.956	-4.080
		$Vz_{máx}$	5.895	5.157	4.645	4.133	3.620	3.108	2.596	2.084	1.732
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-7.46	-4.82	-2.55	-1.20	-1.99	-2.55	-3.16	-4.11	-4.86
		$My_{máx}$	6.91	4.71	2.72	1.10	0.87	2.02	2.79	3.20	3.23
		$Mz_{mín}$	-2.75	-1.54	-0.75	-0.32	-0.92	-1.17	-1.08	-0.72	-2.40
		$Mz_{máx}$	3.53	1.90	0.62	1.07	1.37	1.17	0.94	0.99	0.90

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.450 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N22/N24	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687	-1.687
		$N_{máx}$	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080
		$Vy_{mín}$	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099	-0.099
		$Vy_{máx}$	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099
		$Vz_{mín}$	-9.458	-7.566	-4.729	-2.837	-0.967	-1.345	-1.597	-2.471	-3.839
		$Vz_{máx}$	3.839	2.471	1.597	1.345	0.967	2.837	4.729	7.566	9.458
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-4.86	-2.28	-1.63	-1.41	-0.89	-1.41	-1.63	-2.28	-4.86
		$My_{máx}$	3.23	1.81	4.33	6.00	6.95	6.00	4.33	1.81	3.23
		$Mz_{mín}$	-0.22	-0.18	-0.11	-0.07	0.00	-0.07	-0.11	-0.18	-0.22
		$Mz_{máx}$	0.22	0.18	0.11	0.07	0.00	0.07	0.11	0.18	0.22

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N32/N31	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.801	-22.167	-21.532	-20.897	-20.263	-19.628	-18.993	-18.358	-17.724
		$N_{máx}$	0.143	0.613	1.083	1.553	2.023	2.493	2.964	3.434	3.904
		$Vy_{mín}$	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029
		$Vy_{máx}$	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028
		$Vz_{mín}$	-9.227	-8.333	-7.440	-6.546	-5.652	-4.759	-3.865	-3.115	-3.019
		$Vz_{máx}$	11.590	9.989	8.389	6.788	5.187	3.586	1.985	2.892	4.275
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-10.93	-7.36	-4.16	-1.60	-1.62	-3.41	-4.54	-5.02	-4.85
		$My_{máx}$	12.01	7.62	3.89	1.74	3.43	4.56	5.14	6.42	7.44
		$Mz_{mín}$	-1.68	-1.26	-0.84	-0.42	-0.02	-0.41	-0.83	-1.25	-1.66
		$Mz_{máx}$	1.68	1.26	0.84	0.43	0.01	0.41	0.83	1.25	1.66

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N29/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-22.801	-22.167	-21.532	-20.897	-20.263	-19.628	-18.993	-18.358	-17.724
		$N_{máx}$	0.143	0.613	1.083	1.553	2.023	2.493	2.964	3.434	3.904
		$Vy_{mín}$	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029	-1.029
		$Vy_{máx}$	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028
		$Vz_{mín}$	-11.590	-9.989	-8.389	-6.788	-5.187	-3.586	-1.985	-2.892	-4.275
		$Vz_{máx}$	9.227	8.333	7.440	6.546	5.652	4.759	3.865	3.115	3.019
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-12.01	-7.62	-3.89	-1.74	-3.43	-4.56	-5.14	-6.42	-7.44
		$My_{máx}$	10.93	7.36	4.16	1.60	1.62	3.41	4.54	5.02	4.85
		$Mz_{mín}$	-1.68	-1.26	-0.84	-0.42	-0.02	-0.41	-0.83	-1.25	-1.66
		$Mz_{máx}$	1.68	1.26	0.84	0.43	0.01	0.41	0.83	1.25	1.66

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.450 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N31/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833	-2.833
		$N_{máx}$	4.275	4.275	4.275	4.275	4.275	4.275	4.275	4.275	4.275
		$Vy_{mín}$	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078
		$Vy_{máx}$	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
		$Vz_{mín}$	-15.937	-12.750	-7.969	-4.781	-1.368	-2.153	-2.675	-4.016	-5.793
		$Vz_{máx}$	5.793	4.016	2.675	2.153	1.368	4.781	7.969	12.750	15.937
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-7.44	-3.32	-2.58	-2.42	-1.76	-2.42	-2.58	-3.32	-7.44
		$My_{máx}$	4.85	2.64	7.32	10.12	11.73	10.12	7.32	2.64	4.85
		$Mz_{mín}$	-0.18	-0.14	-0.09	-0.05	0.00	-0.05	-0.09	-0.14	-0.18
		$Mz_{máx}$	0.18	0.14	0.09	0.05	0.00	0.05	0.09	0.14	0.18

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N9/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-38.820	-38.684	-38.548	-38.412	-38.276	-38.140	-38.004	-37.868	-37.732
		$N_{máx}$	2.327	2.427	2.528	2.629	2.730	2.830	2.931	3.032	3.133
		$Vy_{mín}$	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738
		$Vy_{máx}$	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745
		$Vz_{mín}$	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031	-9.031
		$Vz_{máx}$	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-9.56	-5.89	-2.22	-0.18	-0.40	-0.76	-1.12	-1.49	-1.85
		$My_{máx}$	1.05	0.69	0.32	1.45	5.12	8.79	12.46	16.13	19.79
		$Mz_{mín}$	-2.86	-2.15	-1.45	-0.74	-0.04	-0.68	-1.39	-2.09	-2.80
		$Mz_{máx}$	2.87	2.16	1.45	0.74	0.03	0.67	1.38	2.08	2.79

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N11/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-38.820	-38.684	-38.548	-38.412	-38.276	-38.140	-38.004	-37.868	-37.732
		$N_{máx}$	2.327	2.427	2.528	2.629	2.730	2.830	2.931	3.032	3.133
		$Vy_{mín}$	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738	-1.738
		$Vy_{máx}$	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745	1.745
		$Vz_{mín}$	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891	-0.891
		$Vz_{máx}$	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031	9.031
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.05	-0.69	-0.32	-1.45	-5.12	-8.79	-12.46	-16.13	-19.79
		$My_{máx}$	9.56	5.89	2.22	0.18	0.40	0.76	1.12	1.49	1.85
		$Mz_{mín}$	-2.86	-2.15	-1.45	-0.74	-0.04	-0.68	-1.39	-2.09	-2.80
		$Mz_{máx}$	2.87	2.16	1.45	0.74	0.03	0.67	1.38	2.08	2.79

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.450 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N10/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030	-9.030
		$N_{máx}$	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588
		$Vy_{mín}$	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
		$Vy_{máx}$	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129
		$Vz_{mín}$	-36.259	-29.007	-18.129	-10.878	-0.835	-1.811	-1.763	-2.822	-4.971
		$Vz_{máx}$	4.971	2.822	1.763	1.811	0.835	10.878	18.129	29.007	36.259
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-19.80	-5.12	-1.14	-1.48	-1.51	-1.48	-1.14	-5.12	-19.80
		$My_{máx}$	1.85	0.94	10.79	17.32	20.99	17.32	10.79	0.94	1.85
		$Mz_{mín}$	-0.29	-0.23	-0.14	-0.09	0.00	-0.09	-0.14	-0.23	-0.29
		$Mz_{máx}$	0.29	0.23	0.14	0.09	0.00	0.09	0.14	0.23	0.29

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N20/N17	Acero laminado	$N_{mín}$	-19.973	-19.563	-19.153	-18.744	-18.334	-17.924	-17.514	-17.104	-16.694
		$N_{máx}$	0.144	0.448	0.751	1.055	1.359	1.662	1.966	2.269	2.573
		$Vy_{mín}$	-4.453	-3.603	-2.754	-1.904	-1.055	-1.134	-2.344	-3.555	-4.766
		$Vy_{máx}$	4.924	3.713	2.503	1.411	1.046	0.682	0.648	1.498	2.347
		$Vz_{mín}$	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144
		$Vz_{máx}$	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-3.35	-2.08	-0.80	-0.12	-0.14	-0.23	-0.32	-0.41	-0.51
		$My_{máx}$	0.33	0.24	0.20	0.48	1.76	3.03	4.31	5.59	6.86
		$Mz_{mín}$	-3.55	-1.91	-0.62	-1.08	-1.36	-1.15	-0.95	-1.01	-0.91
		$Mz_{máx}$	2.71	1.54	0.75	0.33	0.93	1.18	1.09	0.76	2.45

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.406 m	0.813 m	1.219 m	1.625 m	2.031 m	2.438 m	2.844 m	3.250 m
N19/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-19.973	-19.563	-19.153	-18.744	-18.334	-17.924	-17.514	-17.104	-16.694
		$N_{máx}$	0.144	0.448	0.751	1.055	1.359	1.662	1.966	2.269	2.573
		$Vy_{mín}$	-4.453	-3.603	-2.754	-1.904	-1.055	-1.134	-2.344	-3.555	-4.766
		$Vy_{máx}$	4.924	3.713	2.503	1.411	1.046	0.682	0.648	1.498	2.347
		$Vz_{mín}$	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233
		$Vz_{máx}$	3.144	3.144	3.144	3.144	3.144	3.144	3.144	3.144	3.144
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.33	-0.24	-0.20	-0.48	-1.76	-3.03	-4.31	-5.59	-6.86
		$My_{máx}$	3.35	2.08	0.80	0.12	0.14	0.23	0.32	0.41	0.51
		$Mz_{mín}$	-3.55	-1.91	-0.62	-1.08	-1.36	-1.15	-0.95	-1.01	-0.91
		$Mz_{máx}$	2.71	1.54	0.75	0.33	0.93	1.18	1.09	0.76	2.45

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.450 m	1.125 m	1.575 m	2.250 m	2.925 m	3.375 m	4.050 m	4.500 m
N17/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144	-3.144
		$N_{máx}$	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233
		$Vy_{mín}$	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031
		$Vy_{máx}$	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
		$Vz_{mín}$	-16.133	-12.906	-8.066	-4.840	-0.544	-0.872	-0.788	-0.995	-2.237
		$Vz_{máx}$	2.237	0.995	0.788	0.872	0.544	4.840	8.066	12.906	16.133
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-6.86	-0.60	-0.71	-0.74	-0.79	-0.74	-0.71	-0.60	-6.86
		$My_{máx}$	0.51	0.62	6.75	9.65	11.29	9.65	6.75	0.62	0.51
		$Mz_{mín}$	-0.07	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.07
		$Mz_{máx}$	0.07	0.06	0.03	0.02	0.00	0.02	0.03	0.06	0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.521 m	1.042 m	1.564 m	2.085 m	2.606 m	3.127 m	3.649 m	4.170 m
N22/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362
		$N_{máx}$	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637
		$Vy_{mín}$	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130
		$Vy_{máx}$	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
		$Vz_{mín}$	-0.948	-0.774	-0.599	-0.425	-0.273	-0.144	-0.014	0.115	0.244
		$Vz_{máx}$	0.212	0.341	0.470	0.600	0.752	0.926	1.101	1.275	1.450
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.90	-0.51	-0.20	0.04	0.11	0.01	-0.17	-0.42	-0.82
		$My_{máx}$	2.39	2.31	2.15	1.89	1.55	1.11	0.58	0.35	0.26
		$Mz_{mín}$	-0.22	-0.16	-0.09	-0.02	-0.05	-0.12	-0.18	-0.25	-0.32
		$Mz_{máx}$	0.22	0.16	0.09	0.02	0.05	0.12	0.18	0.25	0.32

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.145 m	0.290 m
N6/N31	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.362	-2.362	-2.362
		$N_{máx}$	4.637	4.637	4.637
		$Vy_{mín}$	-0.130	-0.130	-0.130
		$Vy_{máx}$	0.130	0.130	0.130
		$Vz_{mín}$	0.244	0.280	0.316
		$Vz_{máx}$	1.450	1.498	1.547
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.82	-0.96	-1.19

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.145 m	0.290 m
		$My_{máx}$	0.26	0.22	0.17
		$Mz_{mín}$	-0.32	-0.34	-0.36
		$Mz_{máx}$	0.32	0.34	0.36

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.207 m	0.415 m	0.622 m	0.830 m	1.037 m	1.245 m	1.452 m	1.660 m
N31/N26	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334
		$N_{máx}$	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732
		$Vy_{mín}$	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238
		$Vy_{máx}$	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237
		$Vz_{mín}$	-1.357	-1.287	-1.218	-1.148	-1.079	-1.009	-0.940	-0.871	-0.801
		$Vz_{máx}$	0.076	0.127	0.179	0.230	0.281	0.333	0.384	0.436	0.487
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.67	-1.39	-1.13	-0.89	-0.65	-0.53	-0.45	-0.41	-0.37
		$My_{máx}$	0.76	0.74	0.71	0.67	0.61	0.55	0.48	0.41	0.33
		$Mz_{mín}$	-0.53	-0.48	-0.43	-0.38	-0.33	-0.29	-0.24	-0.19	-0.14
		$Mz_{máx}$	0.53	0.48	0.43	0.38	0.33	0.28	0.24	0.19	0.14

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.379 m	0.757 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
N26/N10	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334
		$N_{máx}$	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732
		$Vy_{mín}$	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238	-0.238
		$Vy_{máx}$	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237	0.237
		$Vz_{mín}$	-0.801	-0.674	-0.566	-0.519	-0.425	-0.331	-0.237	-0.190	-0.097
		$Vz_{máx}$	0.487	0.581	0.693	0.757	0.883	1.010	1.137	1.200	1.327
		$Mt_{mín}$	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.37	-0.32	-0.32	-0.33	-0.58	-0.92	-1.32	-1.54	-2.02
		$My_{máx}$	0.33	0.41	0.64	0.74	0.90	1.02	1.13	1.17	1.22
		$Mz_{mín}$	-0.14	-0.05	-0.04	-0.09	-0.18	-0.27	-0.36	-0.40	-0.49
		$Mz_{máx}$	0.14	0.05	0.04	0.09	0.18	0.27	0.36	0.40	0.49

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.506 m	1.013 m	1.519 m	2.025 m	2.531 m	3.038 m	3.544 m	4.050 m
N10/N17	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347
		$N_{máx}$	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797
		$Vy_{mín}$	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067
		$Vy_{máx}$	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
		$Vz_{mín}$	-1.550	-1.381	-1.211	-1.042	-0.873	-0.713	-0.587	-0.461	-0.336
		$Vz_{máx}$	-0.048	0.077	0.203	0.328	0.454	0.589	0.758	0.928	1.097
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.72	-1.22	-0.82	-0.55	-0.34	-0.19	-0.10	-0.45	-0.91
		$My_{máx}$	0.93	0.93	0.87	0.88	1.36	1.76	2.07	2.30	2.45
		$Mz_{mín}$	-0.20	-0.17	-0.13	-0.10	-0.07	-0.03	-0.01	-0.04	-0.07
		$Mz_{máx}$	0.20	0.17	0.13	0.10	0.07	0.03	0.01	0.04	0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.521 m	1.042 m	1.564 m	2.085 m	2.606 m	3.127 m	3.649 m	4.170 m
N24/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362	-2.362
		$N_{máx}$	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637	4.637

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.521 m	1.042 m	1.564 m	2.085 m	2.606 m	3.127 m	3.649 m	4.170 m
		$Vy_{mín}$	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130	-0.130
		$Vy_{máx}$	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
		$Vz_{mín}$	-0.948	-0.774	-0.599	-0.425	-0.273	-0.144	-0.014	0.115	0.244
		$Vz_{máx}$	0.212	0.341	0.470	0.600	0.752	0.926	1.101	1.275	1.450
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.90	-0.51	-0.20	0.04	0.11	0.01	-0.17	-0.42	-0.82
		$My_{máx}$	2.39	2.31	2.15	1.89	1.55	1.11	0.58	0.35	0.26
		$Mz_{mín}$	-0.22	-0.16	-0.09	-0.02	-0.05	-0.12	-0.18	-0.25	-0.32
		$Mz_{máx}$	0.22	0.16	0.09	0.02	0.05	0.12	0.18	0.25	0.32

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.145 m	0.290 m
N8/N30	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.362	-2.362	-2.362
		$N_{máx}$	4.637	4.637	4.637
		$Vy_{mín}$	-0.130	-0.130	-0.130
		$Vy_{máx}$	0.130	0.130	0.130
		$Vz_{mín}$	0.244	0.280	0.316
		$Vz_{máx}$	1.450	1.498	1.547
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-0.82	-0.96	-1.19
		$My_{máx}$	0.26	0.22	0.17
		$Mz_{mín}$	-0.32	-0.34	-0.36
		$Mz_{máx}$	0.32	0.34	0.36

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.207 m	0.415 m	0.622 m	0.830 m	1.037 m	1.245 m	1.452 m	1.660 m
N30/N28	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334
		$N_{máx}$	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732
		$Vy_{mín}$	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237
		$Vy_{máx}$	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238
		$Vz_{mín}$	-1.357	-1.287	-1.218	-1.148	-1.079	-1.009	-0.940	-0.871	-0.801
		$Vz_{máx}$	0.076	0.127	0.179	0.230	0.281	0.333	0.384	0.436	0.487
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-1.67	-1.39	-1.13	-0.89	-0.65	-0.53	-0.45	-0.41	-0.37
		$My_{máx}$	0.76	0.74	0.71	0.67	0.61	0.55	0.48	0.41	0.33
		$Mz_{mín}$	-0.53	-0.48	-0.43	-0.38	-0.33	-0.28	-0.24	-0.19	-0.14
		$Mz_{máx}$	0.53	0.48	0.43	0.38	0.33	0.29	0.24	0.19	0.14

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.379 m	0.757 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
N28/N12	Acero laminado	$N_{mín}$	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334	-1.334
		$N_{máx}$	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732	4.732
		$Vy_{mín}$	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237	-0.237
		$Vy_{máx}$	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238	0.238
		$Vz_{mín}$	-0.801	-0.674	-0.566	-0.519	-0.425	-0.331	-0.237	-0.190	-0.097
		$Vz_{máx}$	0.487	0.581	0.693	0.757	0.883	1.010	1.137	1.200	1.327
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$My_{mín}$	-0.37	-0.32	-0.32	-0.33	-0.58	-0.92	-1.32	-1.54	-2.02
		$My_{máx}$	0.33	0.41	0.64	0.74	0.90	1.02	1.13	1.17	1.22

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.379 m	0.757 m	0.946 m	1.325 m	1.704 m	2.082 m	2.271 m	2.650 m
		$Mz_{mín}$	-0.14	-0.05	-0.04	-0.09	-0.18	-0.27	-0.36	-0.40	-0.49
		$Mz_{máx}$	0.14	0.05	0.04	0.09	0.18	0.27	0.36	0.40	0.49

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.506 m	1.013 m	1.519 m	2.025 m	2.531 m	3.038 m	3.544 m	4.050 m
N12/N18	Acero laminado	$N_{mín}$	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347	-2.347
		$N_{máx}$	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797	4.797
		$Vy_{mín}$	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068
		$Vy_{máx}$	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		$Vz_{mín}$	-1.550	-1.381	-1.211	-1.042	-0.873	-0.713	-0.587	-0.461	-0.336
		$Vz_{máx}$	-0.048	0.077	0.203	0.328	0.454	0.589	0.758	0.928	1.097
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	-1.72	-1.22	-0.82	-0.55	-0.34	-0.19	-0.10	-0.45	-0.91
		$My_{máx}$	0.93	0.93	0.87	0.88	1.36	1.76	2.07	2.30	2.45
		$Mz_{mín}$	-0.20	-0.17	-0.13	-0.10	-0.07	-0.03	-0.01	-0.04	-0.07
		$Mz_{máx}$	0.20	0.17	0.13	0.10	0.07	0.03	0.01	0.04	0.07

2.2.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N21/N22	68.15	0.000	-12.887	-4.114	-5.670	0.00	-6.91	-2.26	GV	Cumple
N23/N24	68.15	0.000	-12.887	-4.114	5.670	0.00	6.91	-2.26	GV	Cumple
N22/N24	11.18	2.250	-0.605	0.000	0.000	0.00	6.95	0.00	GV	Cumple
N32/N31	77.75	0.000	-18.806	0.048	-9.227	0.00	-10.93	0.06	GV	Cumple
N29/N30	77.75	0.000	-18.806	0.048	9.227	0.00	10.93	0.06	GV	Cumple
N31/N30	34.85	0.000	-2.444	-0.078	-11.540	0.00	-7.44	-0.18	GV	Cumple
N9/N10	85.24	3.250	-37.732	-0.004	-9.031	0.00	19.79	0.01	GV	Cumple
N11/N12	85.24	3.250	-37.732	-0.004	9.031	0.00	-19.79	0.01	GV	Cumple
N10/N12	94.57	0.000	-9.030	0.000	-36.259	0.00	-19.80	0.00	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N20/N17	49.10	3.250	-16.694	0.016	-3.144	0.00	6.86	-0.03	GV	Cumple
N19/N18	49.10	3.250	-16.694	0.016	3.144	0.00	-6.86	-0.03	GV	Cumple
N17/N18	31.50	0.000	-3.144	0.000	-16.133	0.00	-6.86	0.00	GV	Cumple
N22/N6	5.91	0.000	4.636	0.130	0.212	0.00	2.39	0.22	GV	Cumple
N6/N31	4.91	0.290	4.631	0.130	1.547	0.00	-1.19	-0.36	GV	Cumple
N31/N26	6.08	0.000	4.730	-0.238	-0.762	0.00	-1.14	-0.53	GV	Cumple
N26/N10	5.53	2.650	4.730	-0.238	0.680	0.00	-0.96	0.49	GV	Cumple
N10/N17	4.94	4.050	4.797	0.068	-0.336	0.00	2.45	-0.07	GV	Cumple
N24/N8	5.91	0.000	4.636	-0.130	0.212	0.00	2.39	-0.22	GV	Cumple
N8/N30	4.91	0.290	4.631	-0.130	1.547	0.00	-1.19	0.36	GV	Cumple
N30/N28	6.08	0.000	4.730	0.238	-0.762	0.00	-1.14	0.53	GV	Cumple
N28/N12	5.53	2.650	4.730	0.238	0.680	0.00	-0.96	-0.49	GV	Cumple
N12/N18	4.94	4.050	4.797	-0.068	-0.336	0.00	2.45	0.07	GV	Cumple

2.2.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N21/N22	1.625 1.625	3.53 L/921.3	2.031 2.031	0.90 L/(>1000)	1.828 1.625	5.99 L/921.3	2.234 2.031	1.18 L/(>1000)
N23/N24	1.625 1.625	3.53 L/921.3	2.031 2.031	0.90 L/(>1000)	1.828 1.625	5.99 L/921.3	2.234 2.031	1.18 L/(>1000)
N22/N24	0.900 0.900	0.15 L/(>1000)	2.250 2.250	2.77 L/(>1000)	3.600 0.900	0.31 L/(>1000)	2.250 2.250	2.77 L/(>1000)
N32/N31	0.609 0.609	1.06 L/(>1000)	2.031 2.031	1.59 L/(>1000)	0.609 0.609	2.13 L/(>1000)	2.234 2.031	2.09 L/(>1000)
N29/N30	0.609 0.609	1.06 L/(>1000)	2.031 2.031	1.59 L/(>1000)	0.609 0.609	2.13 L/(>1000)	2.234 2.031	2.09 L/(>1000)
N31/N30	0.900 0.900	0.12 L/(>1000)	2.250 2.250	4.69 L/958.7	3.600 0.900	0.25 L/(>1000)	2.250 2.250	4.69 L/958.7
N9/N10	0.609 0.609	1.08 L/(>1000)	2.234 2.234	1.49 L/(>1000)	0.609 0.609	2.15 L/(>1000)	2.234 2.234	1.49 L/(>1000)
N11/N12	0.609 0.609	1.08 L/(>1000)	2.234 2.234	1.49 L/(>1000)	0.609 0.609	2.15 L/(>1000)	2.234 2.234	1.49 L/(>1000)
N10/N12	3.600 3.600	0.20 L/(>1000)	2.250 2.250	7.06 L/637.0	3.600 3.600	0.40 L/(>1000)	2.250 2.250	7.06 L/637.0
N20/N17	1.625 1.625	3.50 L/929.2	2.234 2.234	1.06 L/(>1000)	1.828 1.625	6.00 L/929.2	2.234 2.234	1.06 L/(>1000)
N19/N18	1.625 1.625	3.50 L/929.2	2.234 2.234	1.06 L/(>1000)	1.828 1.625	6.00 L/929.2	2.234 2.234	1.06 L/(>1000)
N17/N18	3.600 3.600	0.05 L/(>1000)	2.250 2.250	4.07 L/(>1000)	3.600 3.600	0.10 L/(>1000)	2.250 2.250	4.07 L/(>1000)
N22/N17	4.315 4.315	3.18 L/(>1000)	1.824 1.824	0.59 L/(>1000)	4.315 4.315	6.36 L/(>1000)	1.824 1.824	0.59 L/(>1000)

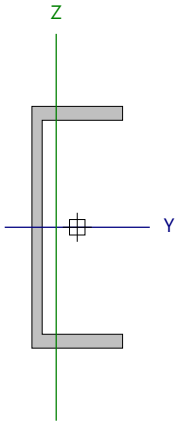
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N24/N18	4.315 4.315	3.18 L/(>1000)	1.824 1.824	0.59 L/(>1000)	4.315 4.315	6.36 L/(>1000)	1.824 1.824	0.59 L/(>1000)

2.2.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N12

Perfil: UPN 200
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N10	N12	4.500	32.20	1910.00	148.00	11.90	-17.40	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.22	1.00
L_K	4.500	4.500	1.000	4.500
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.82 £ 302.57 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *177.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *15.05* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *8.63* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *0.59* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *885.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.010*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.073*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *9.03* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *885.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *124.54* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.14

c_{FT} : 0.58

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 3.97

f_{FT} : 1.10

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 2.42

$`l_{FT}$: 0.92

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 151.48 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 151.48 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1036.29 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1954.91 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1291.89 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1910.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 4.500 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 4.500 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 4.500 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.78

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 9.04 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: *7.70* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.14* cm

$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$\mathbf{y_0}$: *-42.29* mm

$\mathbf{z_0}$: *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.316*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.887*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *1.85* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *19.80* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *62.70* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{b,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{b,Rd}^+} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{b,Rd}^+}$: *50.60* kN·m

$$\mathbf{M_{b,Rd}^-} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$

$\mathbf{M_{b,Rd}^-}$: *22.32* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT}^+ : 0.81
c_{LT}^- : 0.36

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT}^+ : 0.71
f_{LT}^- : 1.68

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.46

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 1.25

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : 295.35 kN·m
M_{cr}^- : 40.01 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2}^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 1.000 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 4.500 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z^+ : 0.22
k_z^- : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w^+ : 0.22
k_w^- : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.020*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.29* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.29* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *14.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *51.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.132*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *36.26* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *17.25* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *75.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 8.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{20.82} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 20.82

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.13* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *17.16* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

d: Altura del alma. **d** : *177.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

36.26 kN ≤ **136.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *36.26* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.13 kN** ≤ **136.19 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.13* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *272.37* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.326*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.946*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.569*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *9.03* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *19.80* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *885.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *62.70* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *14.25* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *51.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.05*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.92*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.56*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.05*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.95*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.98*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.78*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.94*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.96*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.35*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.05*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.01*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.25 > 0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.03

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 30.97

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00; $C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 0.74; c_z : 0.14

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.36

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: 2.42

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : 0.67; λ_z : 2.42

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : 1.25

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : 1.25

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 191.00 cm³; $W_{el,z}$: 26.96 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1954.91 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 151.48 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1291.89 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1036.29 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1910.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **36.26 kN ≤ 136.94 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 36.26 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 273.88 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.033 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+0.6·Q+0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 9.03 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 273.88 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 273.88 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.00 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 10.35 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.03* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *272.37* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

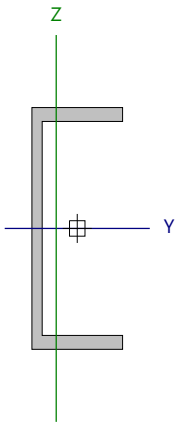
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N11/N12

Perfil: UPN 200
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_g [3] (mm)	z_g [3] (mm)
N11	N12	3.250	32.20	1910.00	148.00	11.90	-17.40	0.00

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme
[3] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.82 £ 302.57 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *177.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *15.05* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *8.63* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *3.13* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *885.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.044*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.178*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *38.82* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *885.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *218.39* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.25

c_{FT} : 0.64

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.40

f_{FT} : 1.01

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.75

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.84

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 290.41 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 290.41 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1257.23 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 3747.88 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1395.98 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1910.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.78

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 9.04 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 7.70 cm

i_z : 2.14 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -42.29 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.316** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.709** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 1.85 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 19.79 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 62.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 228.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 27.93 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 228.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.45

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.36

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.04

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 57.59 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.201*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *2.87* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.86* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *14.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *51.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.033*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.03* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *17.25* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *75.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{20.82} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 20.82

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.75* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *17.16* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

d: Altura del alma. **d** : *177.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

9.03 kN ≤ **136.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *9.03* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.75 kN** ≤ **136.19 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.75* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *272.37* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.359*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.852*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.601*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *37.73* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *19.79* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.01* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *885.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *62.70* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *14.25* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *51.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.13*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *1.18*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.60*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.11*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.90*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.96*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.65*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.87*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.93*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.54*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.13*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.04*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.04** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.08*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *7.41*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.85*; c_z : *0.25*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.45*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.75*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.49*; $\bar{\lambda}_z$: *1.75*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.04*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.04*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *191.00* cm³; $W_{el,z}$: *26.96* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *3747.88* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *290.41* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1395.98* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *1257.23* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *1910.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *11.90* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **9.03 kN** ≤ **136.94 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *9.03* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *273.88* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.33* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *273.78* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *273.88* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.14* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.52* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *272.37* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

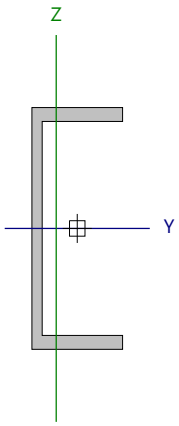
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N9/N10

Perfil: UPN 200
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N9	N10	3.250	32.20	1910.00	148.00	11.90	-17.40	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.82 £ 302.57 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *177.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *15.05* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *8.63* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *3.13* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *885.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.044*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.178*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *38.82* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *885.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *218.39* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.25

c_{FT} : 0.64

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.40

f_{FT} : 1.01

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.75

$`l_{FT}$: 0.84

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 290.41 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 290.41 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1257.23 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 3747.88 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1395.98 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1910.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.78

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 9.04 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 7.70 cm

i_z : 2.14 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -42.29 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.316** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.709** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 19.79 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 1.85 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 62.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 228.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 27.93 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 228.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.45

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.36

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.04

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 57.59 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.201*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *2.87* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.86* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *14.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *51.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.033*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *9.03* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *17.25* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *75.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **20.82** < **55.46** ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 20.82

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.75* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *17.16* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

d: Altura del alma. **d** : *177.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

9.03 kN ≤ **136.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *9.03* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.75 kN** ≤ **136.19 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.75* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *272.37* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.359*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.852*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.601*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *37.73* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *19.79* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *0.01* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *885.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *62.70* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *14.25* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *51.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.13*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *1.18*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.60*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.11*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.90*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.96*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.65*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.87*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.93*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.54*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.13*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.04*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.04** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.08*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *7.41*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.85*; c_z : *0.25*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.45*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.75*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.49*; $\bar{\lambda}_z$: *1.75*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.04*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.04*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *191.00* cm³; $W_{el,z}$: *26.96* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *3747.88* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *290.41* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1395.98* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *1257.23* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *1910.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *11.90* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **9.03 kN** ≤ **136.94 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *9.03* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *273.88* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.64* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.33* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *273.78* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *273.88* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.14* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.002*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.52* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *272.37* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

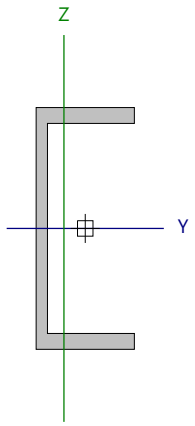
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N32/N31

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N32	N31	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *3.90* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.035*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.174*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *22.80* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *131.08* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.99

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.316** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.729** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 12.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 10.93 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.173*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *1.68* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *1.68* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.060*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *11.59* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.03* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *13.58* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

11.59 kN ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *11.59* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.03 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.03* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.323*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.778*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.541*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *18.81* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *10.93* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.06* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.11*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *1.02*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.59*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.09*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.91*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.97*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.74*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.89*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.94*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.37*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.08*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.03*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.06*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *10.11*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.99*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.60*; $\bar{\lambda}_z$: *1.99*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.07*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.07*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **11.59 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *11.59* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *194.34* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.16* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.33* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.01* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

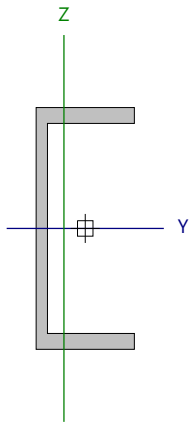
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N29/N30

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N29	N30	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *3.90* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.035*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.174*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *22.80* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *131.08* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.99

$`l_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.316** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.729** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 10.93 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 12.01 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico.

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.173*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *1.68* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *1.68* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.060*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *11.59* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.03* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *13.58* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

11.59 kN ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *11.59* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **1.03 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.03* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ **h** : ***0.323*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.778*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ **h** : ***0.541*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *18.81* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *10.93* kN·m

$\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *0.06* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.11*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *1.02*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.59*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.09*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ $\mathbf{m_y}$: *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ $\mathbf{m_z}$: *0.91*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *0.97*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.74*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *0.89*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *0.94*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *0.37*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.08*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.03*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.06*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *10.11*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.99*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.60*; $\bar{\lambda}_z$: *1.99*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.07*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.07*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **11.59 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *11.59* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *194.34* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q+0.3·SX+SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.16* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.33* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.01* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

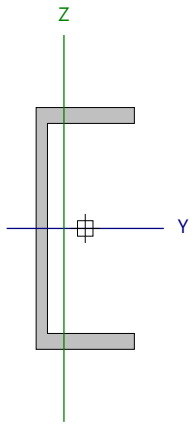
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N21/N22

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N21	N22	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *4.05* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.024*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.122*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *16.00* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *131.08* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.99

$`l_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.197** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.453** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 7.46 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 6.91 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.365*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.53* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.75* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.036*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.96* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.96* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ **$V_{c,Rd}$** : *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *13.58* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **6.96 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.96* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **4.96 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *4.96* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.435*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.681*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.585*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *12.89* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}$: *6.91* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}$: *2.26* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.08*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *0.87*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.57*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.06*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ $\mathbf{m_y}$: *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ $\mathbf{m_z}$: *0.94*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *0.97*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.83*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *0.92*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *0.96*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.06*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *0.23*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.01*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.05*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.04*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *9.32*

$\mathbf{C_{m,y,0}}$, $\mathbf{C_{m,z,0}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

$\mathbf{C_1}$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

$\mathbf{c_y}$, $\mathbf{c_z}$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

$\mathbf{c_{LT}}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: *1.99*

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : *0.60*; λ_z : *1.99*

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : *1.07*

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : *1.07*

$\mathbf{W_{el,y}}$, $\mathbf{W_{el,z}}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$\mathbf{N_{cr,FT}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.96 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *6.96* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *194.34* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q+0.3·SX+SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.12* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.33* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

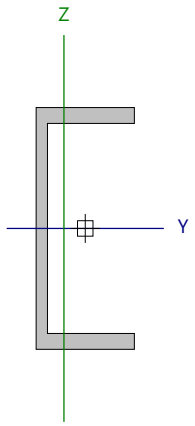
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N23/N24

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N23	N24	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *4.05* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.024*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.122*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *16.00* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *131.08* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.99

$`l_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.197** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.453** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 6.91 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 7.46 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.365*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *3.53* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.75* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.036*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.96* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.96* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *13.58* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

6.96 kN ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *6.96* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **4.96 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *4.96* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.435*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.681*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.585*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *12.89* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *6.91* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$: *2.26* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.08*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.87*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.57*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.06*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.94*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.97*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.83*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.92*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.96*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.06*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.23*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.01*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.05*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.02*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.04*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *9.32*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\lambda_{máx}$: *1.99*

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. λ_y : *0.60*; λ_z : *1.99*

λ_{LT}: Esbeltez reducida. λ_{LT} : *1.07*

λ_0: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. λ_0 : *1.07*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.96 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *6.96* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *194.34* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.12* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.33* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

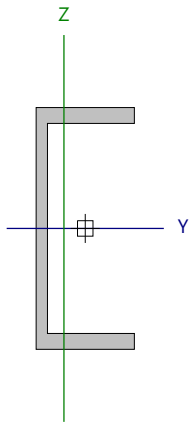
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N19/N18

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N19	N18	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 2.57 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 660.00 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.030*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.152*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 19.97 kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 660.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 131.08 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 24.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z$: 1.99

$\bar{\lambda}_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.181** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.417** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.51 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 6.86 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.366*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *2.71* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *3.55* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.016*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.14* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.92* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ **$V_{c,Rd}$** : *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *13.58* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **3.14 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.14* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **4.92 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *4.92* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.210*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.491*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.374*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *16.69* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}$: *6.86* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}$: *0.03* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.09*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ $\mathbf{K_{yz}}$: *0.91*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ $\mathbf{K_{zy}}$: *0.58*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ $\mathbf{K_{zz}}$: *1.08*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ $\mathbf{m_y}$: *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ $\mathbf{m_z}$: *0.92*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{yy}}$: *0.97*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{yz}}$: *0.82*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ $\mathbf{C_{zy}}$: *0.90*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ $\mathbf{C_{zz}}$: *0.94*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ $\mathbf{a_{LT}}$: *0.99*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{b_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{c_{LT}}$: *0.23*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ $\mathbf{d_{LT}}$: *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ $\mathbf{e_{LT}}$: *0.05*

$$\mathbf{w_y} = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_y}$: *1.19*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ $\mathbf{w_z}$: *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ $\mathbf{n_{pl}}$: *0.03*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.05*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *7.15*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.99*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.60*; $\bar{\lambda}_z$: *1.99*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.07*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.07*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$ **4.92 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: *4.92* kN

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: *215.53* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q+0.3·SX+SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo. V_{Ed} : *1.19* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+SX+0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

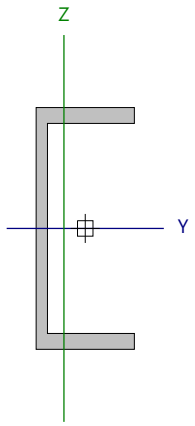
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N20/N17

Perfil: UPN 160
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N20	N17	3.250	24.00	925.00	85.30	7.39	-14.10	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	3.250	3.250	3.250	3.250
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.53 £ 283.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *139.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *10.43* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *6.83* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *2.57* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{t,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.030*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.152*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *19.97* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ **$N_{c,Rd}$** : *660.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ **$N_{b,Rd}$** : *131.08* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *24.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_z : 0.20

c_{FT} : 0.63

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_z : 2.91

f_{FT} : 1.02

a: Coeficiente de imperfección elástica. a_z : 0.49

a_{FT} : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$`l_z$: 1.99

$`l_{FT}$: 0.85

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 167.38 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 167.38 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 923.22 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T}\right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}}\right]$$

Donde:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1815.07 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1169.05 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2}\right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 925.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.250 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 3.250 m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: b : 0.74

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2}\right)$$

Donde:

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.53 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 6.21 cm

i_z : 1.89 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : -38.18 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.181** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : **0.417** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 6.86 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.51 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 37.95 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{b,Rd}$: 16.47 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 138.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.00

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

c_{LT} : 0.43

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$

f_{LT} : 1.40

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.76

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} : 1.07

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 33.30 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{\left[\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2\right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)\right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 85.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 7.39 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 3260.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 3.250 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 3.250 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z/I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.366*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *2.71* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *3.55* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *9.68* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *35.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.016*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.14* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.24* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *24.00* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *65.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 7.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 10.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{18.53} < \mathbf{55.46}$$ ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 18.53

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20
e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ **h** : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.92* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ **$V_{c,Rd}$** : *215.53* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *13.58* cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

d: Altura del alma. **d** : *139.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **g_{M0}** : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **3.14 kN** ≤ **97.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.14* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *194.34* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **4.92 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *4.92* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *215.53* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.210*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.491*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.374*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V1Succión+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *16.69* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *6.86* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{-}}$: *0.03* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *660.00* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *37.95* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *9.68* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *24.00* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *138.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *35.20* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.09*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.91*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.58*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.08*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *0.92*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.97*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.82*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.90*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.94*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.23*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.05*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.03*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.07** > **0.19**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: *1.05*

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : *7.15*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : *0.78*; c_z : *0.20*

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : *0.43*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *1.99*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.60*; $\bar{\lambda}_z$: *1.99*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: *1.07*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *1.07*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *115.63* cm³; $W_{el,z}$: *18.30* cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1815.07* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *167.38* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *1169.05* kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: *923.22* kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *925.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *7.39* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$ **4.92 kN** ≤ **107.77 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: *4.92* kN

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: *215.53* kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *1.12* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.006*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo. V_{Ed} : *1.19* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *194.34* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *194.34* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+SX-0.3·SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.31* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *215.53* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *215.53* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *7.04* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

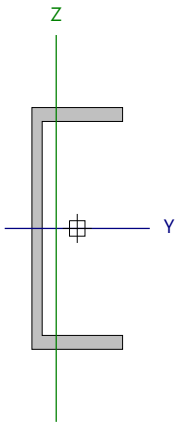
Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

Barra N31/N30

Perfil: UPN 200
Material: Acero (S275 (EN 1993-1-1))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)	y_g (3) (mm)	z_g (3) (mm)
N31	N30	4.500	32.20	1910.00	148.00	11.90	-17.40	0.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme
(3) Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.22	1.00
L_K	4.500	4.500	1.000	4.500
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.82 £ 302.57 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w** : *177.00* mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : *8.50* mm
A_w: Área del alma. **A_w** : *15.05* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. **$A_{fc,ef}$** : *8.63* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf}** : *275.00* MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(90°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *4.27* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *885.50* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V1Succión+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *2.83* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *885.50* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *2.42*

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.019*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *32.20* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *151.48* kN

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *151.48* kN

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $\mathbf{N_{cr,FT}}$: *1036.29* kN

$$\mathbf{N_{cr,FT}} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[\left(N_{cr,y} + N_{cr,T} \right) - \sqrt{\left(N_{cr,y} + N_{cr,T} \right)^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *1954.91* kN

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: *1291.89* kN

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *1910.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *148.00* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *11.90* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *9070.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *4.500* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *4.500* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *4.500* m

b: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión: **b** : *0.78*

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *9.04* cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *7.70* cm

$\mathbf{i_z}$: *2.14* cm

$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $\mathbf{y_0}$: *-42.29* mm

$\mathbf{z_0}$: *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.119*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ h : ***0.333*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *4.85* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *7.44* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ **$M_{c,Rd}$** : *62.70* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *228.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a pandeo lateral: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}^+$** : *50.60* kN·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$ **$M_{b,Rd}^-$** : *22.32* kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *228.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.00*

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ **c_{LT}^+** : *0.81*

c_{LT}^- : *0.36*

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ **f_{LT}^+** : *0.71*

f_{LT}^- : *1.68*

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **a_{LT}** : *0.76*

`l$_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

χ_{LT}^{+} : 0.46

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

χ_{LT}^{-} : 1.25

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr}^{+} : 295.35 kN·m

M_{cr}^{-} : 40.01 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right)^2} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j\right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 148.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 9070.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 1.000 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 4.500 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_2 : 1.00

C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z^+ : 0.22 k_z^- : 1.00

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w^+ : 0.22 k_w^- : 1.00

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2\right) \cdot \left(z / I_y\right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.012*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.18* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.18* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *14.25* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *51.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.00*

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : ***0.058*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *15.94* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *17.25* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *32.20* cm²

b: Ancho de la sección. **b** : *75.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 11.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 8.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$ **20.82** < **55.46** ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 20.82

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 55.46

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

h: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. **h** : 1.20

e: Factor de reducción. **e** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.08* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *17.16* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

d: Altura del alma. **d** : *177.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *8.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.00*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

15.94 kN ≤ **136.94 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *15.94* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *273.88* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ **0.08 kN ≤ 136.19 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+1.5·V(0°)H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.08* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *272.37* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : ***0.134*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.348*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : ***0.198*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *2.44* kN

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}$: *7.44* kN·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}$: *0.18* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *885.50* kN

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *62.70* kN·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *14.25* kN·m

Resistencia a pandeo: (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *32.20* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *228.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *51.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *275.00* MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

$\mathbf{g_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{g_{M1}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ $\mathbf{K_{yy}}$: *1.01*

$$k_{yz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ K_{yz} : *0.74*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ K_{zy} : *0.55*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ K_{zz} : *1.03*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ m_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ m_z : *1.00*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{yy} : *0.99*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{yz} : *0.92*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ C_{zy} : *0.98*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ C_{zz} : *0.99*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ a_{LT} : *0.99*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ c_{LT} : *0.13*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ e_{LT} : *0.02*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.19*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 > 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,FT}}\right)}$$ **1.25** > **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0} + \left(1 - C_{m,y,0}\right) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \cdot a_{LT}}$$ $C_{m,y}$: 1.00

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: 1.00

$$C_{m,LT} = C_{m,y}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}$$ $C_{m,LT}$: 1.00

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$$ e_y : 43.00

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y,0}$: 1.00; $C_{m,z,0}$: 1.00

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

c_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. c_{LT} : 0.36

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: 2.42

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.67; $\bar{\lambda}_z$: 2.42

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_{LT}$: 1.25

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez reducida, en relación al pandeo lateral, para un momento flector uniforme. $\bar{\lambda}_0$: 1.25

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: 191.00 cm³; $W_{el,z}$: 26.96 cm³

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1954.91 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 151.48 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 1291.89 kN

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión. $N_{cr,FT}$: 1036.29 kN

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1910.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 11.90 cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **15.94 kN** ≤ **136.94 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 15.94 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 273.88 kN

Resistencia a torsión (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : **0.028** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·Q-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 7.67 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 273.88 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 273.88 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 0.00 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 10.35 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 275.00 MPa

$$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Eurocódigo 3 EN 1993-1-1: 2005, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP-0.3·SX-SY.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.02* kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *272.37* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *272.37* kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: *0.00* MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *10.35* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *275.00* MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : *1.00*

2.2.2.5. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 EN 1993-1-1: 2005)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.6	x: 0 m η = 12.2	x: 0 m η = 45.3	x: 0 m η = 36.5	x: 0 m η = 3.6	x: 0 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 68.1**
N23/N24	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.6	x: 0 m η = 12.2	x: 0 m η = 45.3	x: 0 m η = 36.5	x: 0 m η = 3.6	x: 0 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 68.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 68.1**
N22/N24	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 2.25 m η = 11.1	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 3.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 2.25 m η = 11.2	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 0 m η = 1.7	η < 0.1	**CUMPLE h = 11.2**
N32/N31	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.6	x: 0 m η = 17.4	x: 0 m η = 72.9	x: 0 m η = 17.3	x: 0 m η = 6.0	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.8	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.1	η = 0.1	**CUMPLE h = 77.8**
N29/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.6	x: 0 m η = 17.4	x: 0 m η = 72.9	x: 0 m η = 17.3	x: 0 m η = 6.0	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.8	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.1	η = 0.1	**CUMPLE h = 77.8**
N31/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 0 m η = 33.3	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 5.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 34.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 0 m η = 2.8	η < 0.1	**CUMPLE h = 34.8**
N9/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 17.8	x: 3.25 m η = 70.9	x: 0 m η = 20.1	η = 3.3	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.25 m η = 85.2	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.2	η = 0.2	**CUMPLE h = 85.2**
N11/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 17.8	x: 3.25 m η = 70.9	x: 0 m η = 20.1	η = 3.3	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.25 m η = 85.2	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.2	η = 0.2	**CUMPLE h = 85.2**
N10/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 7.3	x: 0 m η = 88.7	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 13.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 94.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	**CUMPLE h = 94.6**
N20/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 15.2	x: 3.25 m η = 41.7	x: 0 m η = 36.6	η = 1.6	x: 0 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.25 m η = 49.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 49.1**
N19/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 15.2	x: 3.25 m η = 41.7	x: 0 m η = 36.6	η = 1.6	x: 0 m η = 2.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.25 m η = 49.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 0.6	η = 0.1	**CUMPLE h = 49.1**
N17/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 30.7	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 5.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 31.5	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[2]	**CUMPLE h = 31.5**
N22/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 0 m η = 3.8	x: 4.17 m η = 2.2	x: 4.17 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 5.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 4.17 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 5.9**
N6/N31	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 0.29 m η = 1.9	x: 0.29 m η = 2.5	x: 0.29 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.29 m η = 4.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.29 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.9**
N31/N26	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 6.1	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	**CUMPLE h = 6.1**
N26/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 2.65 m η = 3.2	x: 2.65 m η = 3.5	x: 2.65 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.65 m η = 5.5	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.3	η = 0.1	**CUMPLE h = 5.5**
N10/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 4.05 m η = 3.9	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.05 m η = 4.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.9**
N24/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 0 m η = 3.8	x: 4.17 m η = 2.2	x: 4.17 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 5.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 4.17 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 5.9**
N8/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 0.29 m η = 1.9	x: 0.29 m η = 2.5	x: 0.29 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.29 m η = 4.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.29 m η = 0.5	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.9**
N30/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 6.1	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	**CUMPLE h = 6.1**
N28/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.2	x: 2.65 m η = 3.2	x: 2.65 m η = 3.5	x: 2.65 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.65 m η = 5.5	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.3	η = 0.1	**CUMPLE h = 5.5**
N12/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.5	η = 0.3	x: 4.05 m η = 3.9	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.05 m η = 4.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE h = 4.9**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[2] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

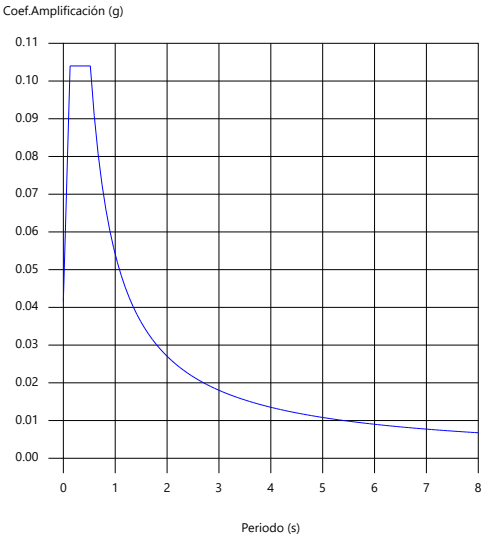
2.2.3. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

2.2.3.1. Espectro de cálculo

2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot \nu - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \qquad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot \nu \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot \nu \qquad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

S: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : *1.04*

$$S = \frac{C}{1,25} \qquad \rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \qquad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \qquad 0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

r: Coeficiente adimensional de riesgo **r** : *1.00*

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left(1 + \left(2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} - 1\right) \cdot \frac{T}{T_A}\right) \qquad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{\nu}{\mu} \qquad T > T_B$$

b: Coeficiente de respuesta **b** : *0.50*

$$\beta = \frac{\nu}{\mu}$$

n: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **n** : *1.00*

$$\nu = \left(\frac{5}{\Omega}\right)^{0,4}$$

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

m: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) **m** : *2.00*

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

a_c: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a_c** : *0.042* g

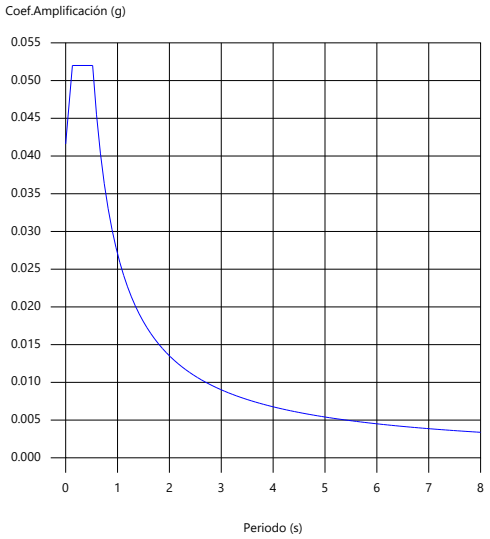
K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

C: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : *1.30*

T_A: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_A** : *0.13* s

T_B: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T_B** : *0.52* s

NCSE-02 (3.6.2.2)



2.2.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.736	1	0	100 %	0 %	R = 2 A = 0.361 m/s² D = 4.95189 mm	R = 2 A = 0.361 m/s² D = 4.95189 mm
Modo 2	0.574	0.0729	0.9973	0 %	0 %	R = 2 A = 0.464 m/s² D = 3.86851 mm	R = 2 A = 0.464 m/s² D = 3.86851 mm
Modo 3	0.293	0	1	0 %	46.36 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.10594 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 1.10594 mm
Modo 4	0.246	0	1	0 %	8.71 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.78201 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.78201 mm
Modo 5	0.231	0	1	0 %	44.93 %	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.68714 mm	R = 2 A = 0.51 m/s² D = 0.68714 mm
Total				100 %	100 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

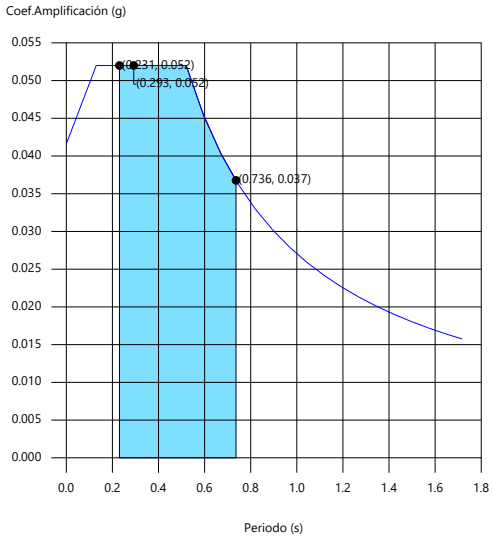
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.736	0.037
Modo 3	0.293	0.052
Modo 5	0.231	0.052

3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N23	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 11.09 cm Ancho inicial Y: 102.5 cm Ancho final X: 108.91 cm Ancho final Y: 17.5 cm Ancho zapata X: 120 cm Ancho zapata Y: 120 cm Canto: 50 cm	X: 6Ø16c/20 Y: 6Ø16c/20
N21	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 11.09 cm Ancho inicial Y: 17.5 cm Ancho final X: 108.91 cm Ancho final Y: 102.5 cm Ancho zapata X: 120 cm Ancho zapata Y: 120 cm Canto: 50 cm	X: 6Ø16c/20 Y: 6Ø16c/20
N9, N11, N29 y N32	Zapata cuadrada Anchura: 165 cm Canto: 50 cm	Sup X: 7Ø16c/24 Sup Y: 7Ø16c/24 Inf X: 7Ø16c/24 Inf Y: 7Ø16c/24
N20	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80 cm Ancho inicial Y: 25 cm Ancho final X: 25 cm Ancho final Y: 80 cm Ancho zapata X: 105 cm Ancho zapata Y: 105 cm Canto: 60 cm	X: 8Ø12c/12 Y: 8Ø12c/12
N19	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80 cm Ancho inicial Y: 80 cm Ancho final X: 25 cm Ancho final Y: 25 cm Ancho zapata X: 105 cm Ancho zapata Y: 105 cm Canto: 60 cm	X: 8Ø12c/12 Y: 8Ø12c/12

3.1.2. Medición

Referencia: N23		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x1.41 6x2.23	8.46 13.35
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	6x1.41 6x2.23	8.46 13.35
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	16.92 26.70	 26.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	18.61 29.37	 29.37

Referencia: N21		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	6x1.41 6x2.23	8.46 13.35

Referencia: N21		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	6x1.41 6x2.23	8.46 13.35
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	16.92 26.70	 26.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	18.61 29.37	 29.37

Referencias: N9, N11, N29 y N32		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	7x1.50 7x2.37	10.50 16.57
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	7x1.50 7x2.37	10.50 16.57
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	7x1.50 7x2.37	10.50 16.57
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	7x1.80 7x2.84	12.60 19.89
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	44.10 69.60	 69.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	48.51 76.56	 76.56

Referencia: N20		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.19 8x1.06	9.52 8.45
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.19 8x1.06	9.52 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	19.04 16.90	 16.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	20.94 18.59	 18.59

Referencia: N19		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.19 8x1.06	9.52 8.45
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.19 8x1.06	9.52 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	19.04 16.90	 16.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	20.94 18.59	 18.59

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: N23		29.37	29.37	0.72	0.14
Referencia: N21		29.37	29.37	0.72	0.14
Referencias: N9, N11, N29 y N32		4x76.56	306.24	4x1.36	4x0.27
Referencia: N20	18.59		18.59	0.66	0.11

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: N19	18.59		18.59	0.66	0.11
Totales	37.18	364.98	402.16	8.21	1.60

3.1.3. Comprobación

Referencia: N23
Dimensiones: 120 x 120 x 50
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y:		No procede(1)
(1) *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.7	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 11.39	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.86 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.53 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.79 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 103.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 50.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N23:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N23 Dimensiones: 120 x 120 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.38 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 5.52 kN, Axil concomitante: 20.11 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 14.58 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.28 kN, Axil concomitante: 31.28 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.07
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 220.73 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 220.73 kN

Referencia: N21 Dimensiones: 120 x 120 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple

Referencia: N21 Dimensiones: 120 x 120 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.022 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y:		No procede(1)
(1) *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.7	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 11.39	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.86 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.53 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.79 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 103.3 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 50.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 70 cm	Cumple

Referencia: N21 Dimensiones: 120 x 120 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.38 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 5.52 kN, Axil concomitante: 20.11 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 14.58 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.28 kN, Axil concomitante: 31.28 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.07
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 220.73 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 220.73 kN

Referencia: N9 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 679.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 321.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		

Referencia: N9 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.28	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 6.58	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 7.76 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.92 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.63 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.44 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 100.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 23.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: N9 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 36 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 36 cm Calculado: 36 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 29.26 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.84 kN, Axil concomitante: 62.74 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 21.64 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.29 kN, Axil concomitante: 46.40 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 303.42 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 303.42 kN

Referencia: N20 Dimensiones: 105 x 105 x 60 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple

Referencia: N20 Dimensiones: 105 x 105 x 60 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: - En dirección X: - En dirección Y: (1) *Sin momento de vuelco*		 No procede(1) No procede(1)
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..* - Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	 Mínimo: 1.5 Calculado: 2.77 Mínimo: 1.2 Calculado: 9.17	 Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	 Momento: 6.54 kN·m Momento: 0.00 kN·m	 Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	 Cortante: 3.04 kN Cortante: 0.49 kN	 Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	 Máximo: 6000 kN/m² Calculado: 38.9 kN/m² Calculado: 11.9 kN/m²	 Cumple Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	 Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N20:	Mínimo: 30 cm Calculado: 54 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.00144 Calculado: 0.00144	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	 Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Máximo: 30 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 10 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje: *49.5* - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	 Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm Mínimo: 23 cm Calculado: 26 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N20
Dimensiones: 105 x 105 x 60
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12

Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.12 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.29 kN, Axil concomitante: 19.56 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 12.20 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.33 kN, Axil concomitante: 26.17 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.00
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 224.16 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 224.16 kN

Referencia: N19
Dimensiones: 105 x 105 x 60
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.031 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y:		No procede(1)
(1) *Sin momento de vuelco*		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.77	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 9.17	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.56 kN·m	Cumple

Referencia: N19 Dimensiones: 105 x 105 x 60 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.34 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.69 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 46.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 14.3 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N19:	Mínimo: 30 cm Calculado: 54 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.00139	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00144	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00144	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		

Referencia: N19 Dimensiones: 105 x 105 x 60 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 9.12 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.29 kN, Axil concomitante: 19.56 kN - Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 12.20 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 1.33 kN, Axil concomitante: 26.17 kN - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.00 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 224.16 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 224.16 kN		

Referencia: N11 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.025 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 679.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 321.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.28	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 6.58	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 7.76 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.92 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 8.63 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.44 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 100.6 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 23.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: N11 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N11:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 29 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 20 cm	 Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 20 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 29 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 36 cm Calculado: 36 cm	 Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 36 cm Calculado: 36 cm	 Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple

Referencia: N11 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 29.26 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.84 kN, Axil concomitante: 62.74 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 21.64 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 3.29 kN, Axil concomitante: 46.40 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 303.42 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 303.42 kN

Referencia: N29 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.019 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.033 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1300.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 40.5 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.33	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 9.17	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.42 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.18 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.93 kN	Cumple

Referencia: N29 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 56.1 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 25.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N29:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 37 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	

Referencia: N29 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 17.15 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 7.37 kN, Axil concomitante: 36.78 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 22.29 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.43 kN, Axil concomitante: 47.80 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 303.42 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 303.42 kN		

Referencia: N32 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.019 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.140 MPa Calculado: 0.017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.023 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.033 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.175 MPa Calculado: 0.024 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1300.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 40.5 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Recomendación del libro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..*	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.33	Cumple
- Situaciones accidentales: *Recomendación del libro 'Muros de Contención y Muros de Sótano', J. Calavera. 2ª edición, ed. INTEMAC, 1989.*	Mínimo: 1.2 Calculado: 9.17	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.42 kN·m	Cumple

Referencia: N32 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 10.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.18 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.93 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 56.1 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 25.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N32:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N32 Dimensiones: 165 x 165 x 50 Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 37 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 17.15 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 7.37 kN, Axil concomitante: 36.78 kN
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 22.29 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 2.43 kN, Axil concomitante: 47.80 kN
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 303.42 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 303.42 kN

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
VC.T-1.1 [N23-N29]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
C [N29-N11] y C [N9-N32]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø16 Inferior: 2Ø16 Estribos: 1xØ8c/25
VC.T-1.1 [N32-N21]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
VC.T-1.1 [N23-N21]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
VC.S-1.1 [N19-N11] y VC.S-1.1 [N20-N9]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 4Ø16 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
VC.T-1.1 [N19-N20]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4Ø16 Inferior: 3Ø12 Piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20

3.2.2. Medición

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N29]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.53 2x4.02		9.06 8.04
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x4.50 3x4.00		13.50 11.99
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x4.63 4x7.31	18.52 29.23
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	14x1.53 14x0.60			21.42 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	21.42 8.45	22.56 20.03	18.52 29.23	 57.71
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	23.56 9.30	24.82 22.03	20.37 32.15	 63.48

Referencias: C [N29-N11] y C [N9-N32]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.98 2x7.86	9.96 15.72
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.08 2x8.02	10.16 16.04
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	12x1.33 12x0.52		15.96 6.30
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	15.96 6.30	20.12 31.76	 38.06
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	17.56 6.93	22.13 34.94	 41.87

Referencia: VC.T-1.1 [N32-N21]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.53 2x4.02		9.06 8.04
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x4.50 3x4.00		13.50 11.99
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x4.63 4x7.31	18.52 29.23
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	14x1.53 14x0.60			21.42 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	21.42 8.45	22.56 20.03	18.52 29.23	 57.71
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	23.56 9.30	24.82 22.03	20.37 32.15	 63.48

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N21]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.99 2x4.43		9.98 8.86
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x4.99 3x4.43		14.97 13.29
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x5.07 4x8.00	20.28 32.01
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	14x1.53 14x0.60			21.42 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	21.42 8.45	24.95 22.15	20.28 32.01	 62.61
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	23.56 9.30	27.45 24.36	22.31 35.21	 68.87

Referencias: VC.S-1.1 [N19-N11] y VC.S-1.1 [N20-N9]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.42 2x3.92		8.84 7.85
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)			4x4.60 4x7.26	18.40 29.04
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x4.65 4x7.34	18.60 29.36
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	14x1.53 14x0.60			21.42 8.45
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	21.42 8.45	8.84 7.85	37.00 58.40	 74.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	23.56 9.30	9.72 8.63	40.70 64.24	 82.17

Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.86 2x4.31		9.72 8.63
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		3x4.80 3x4.26		14.40 12.78
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)			4x5.22 4x8.24	20.88 32.96

Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	16x1.53 16x0.60			24.48 9.66
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	24.48 9.66	24.12 21.41	20.88 32.96	 64.03
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	26.93 10.63	26.53 23.55	22.97 36.25	 70.43

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)	
Elemento	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: VC.T-1.1 [N23-N29]	9.29	22.03	32.16	63.48	0.51	0.10
Referencias: C [N29-N11] y C [N9-N32]	2x6.93		2x34.94	83.74	2x0.42	2x0.11
Referencia: VC.T-1.1 [N32-N21]	9.29	22.03	32.16	63.48	0.51	0.10
Referencia: VC.T-1.1 [N23-N21]	9.29	24.37	35.21	68.87	0.49	0.10
Referencias: VC.S-1.1 [N19-N11] y VC.S-1.1 [N20-N9]	2x9.29	2x8.64	2x64.24	164.34	2x0.48	2x0.10
Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20]	10.62	23.55	36.26	70.43	0.58	0.12
Totales	70.93	109.26	334.15	514.34	3.91	0.82

3.2.3. Comprobación

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N29] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N29] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 3.96 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -10.88 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -4.26 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple
	Momento flector: -3.39 kN·m Axil: ± 0.06 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 12 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N29] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 3.19 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.25 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: C.2.1 [N29-N11] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)

Referencia: C.2.1 [N29-N11] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.06 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)

Referencia: C.2.1 [N9-N32] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø16
-Armadura inferior: 2Ø16
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	

Referencia: C.2.1 [N9-N32] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø16 -Armadura inferior: 2Ø16 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 25.2 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 5.12 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.06 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)		

Referencia: VC.T-1.1 [N32-N21] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N32-N21] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 3Ø12 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	 Momento flector: 3.96 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -10.88 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -4.26 kN·m Axil: ± 0.05 kN Momento flector: -3.39 kN·m Axil: ± 0.06 kN	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 24 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 24 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 18 cm Mínimo: 15 cm Mínimo: 18 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares* - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	 Cumple Cumple
Abertura de fisuras: - Armadura inferior: - Armadura superior:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm Calculado: 0 mm	 Cumple Cumple
Comprobación de cortante:		

Referencia: VC.T-1.1 [N32-N21] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Situaciones persistentes:	Cortante: 3.19 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.25 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N21] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0016	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.004	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N21] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 3.39 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm² Calculado: 8.04 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 9.93 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -15.16 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -5.69 kN·m Axil: ± 0.04 kN	Cumple
	Momento flector: -5.50 kN·m Axil: ± 0.04 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N23-N21] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 12 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 13 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 6.43 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 0.32 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.S-1.1 [N19-N11] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: (1) *Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N19-N11] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	 Mínimo: 3.5 cm²/m Calculado: 5.02 cm²/m	 Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	 Calculado: 0.004	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	 Calculado: 8.04 cm²	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	 Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 18.34 cm²	 Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	 Mínimo: 0 cm² Calculado: 18.34 cm²	 Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	 Mínimo: 0 cm² Calculado: 18.34 cm²	 Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas: 	 Momento flector: 5.50 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -7.08 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -2.21 kN·m Axil: ± 0.05 kN Momento flector: -1.43 kN·m Axil: ± 0.05 kN	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Calculado: 17 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N19-N11] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 2.17 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.S-1.1 [N20-N9] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: *(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.*		No procede(1)
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	

Referencia: VC.S-1.1 [N20-N9] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos:		
- Situaciones persistentes: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Calculado: 0.004	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Calculado: 8.04 cm²	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:		
- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 18.34 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:		
- Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 18.34 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:		
- Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 18.34 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:		
	Momento flector: 5.50 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -7.08 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:		
	Momento flector: -2.21 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple
	Momento flector: -1.43 kN·m Axil: ± 0.05 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 17 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 16 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N20-N9] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 4Ø16
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 24 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 19 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 2.17 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple)

Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)*	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)*	Máximo: 32.5 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:		No procede(1)

Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
(1) Al no ser necesaria la armadura longitudinal en compresión, no se aplica el requisito de separación de estribos en barras comprimidas.		
Separación máxima armadura longitudinal: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 12.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)*	Mínimo: 3.5 cm²/m	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 5.02 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Calculado: 0.004	
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0013	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 0.0012	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Calculado: 8.04 cm²	
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.77 cm²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 2.41 cm²	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: - Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): *Criterio de CYPE basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*	Mínimo: 6.4 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: - Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 13.69 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:	Momento flector: -12.52 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: -3.81 kN·m Axil: ± 0.03 kN	Cumple
	Momento flector: -3.41 kN·m Axil: ± 0.03 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1.1 [N19-N20] (Viga centradora)
-Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm
-Armadura superior: 4Ø16
-Armadura de piel: 1x2Ø12
-Armadura inferior: 3Ø12
-Estribos: 1xØ8c/20

Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 16 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Calculado: 18 cm	
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Mínimo: 18 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armadura superior:	Calculado: 0 mm	Cumple
Comprobación de cortante:		
- Situaciones persistentes:	Cortante: 1.04 kN	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Cortante: 1.00 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)

ANEXO X: AMPLIACIÓN DEL ANDÉN

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA..... 2

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA..... 2

3. NORMAS CONSIDERADAS..... 2

4. ACCIONES CONSIDERADAS..... 2
4.1. Gravitatorias..... 2
4.2. Sismo..... 2
4.2.1. Datos generales de sismo..... 2
4.3. Hipótesis de carga..... 3
4.4. Leyes de presiones sobre muros..... 3
4.5. Listado de cargas..... 4

5. ESTADOS LÍMITE..... 4

6. SITUACIONES DE PROYECTO..... 4
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)..... 5
6.2. Combinaciones..... 7

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS..... 13

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 14
8.1. Muros..... 14

9. RECUBRIMIENTOS..... 14
9.1. Paños..... 14

10. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)..... 14

11. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN..... 15
11.1. Zapatas..... 15

12. MATERIALES UTILIZADOS..... 15
12.1. Hormigones..... 15
12.2. Aceros por elemento y posición..... 15
12.2.1. Aceros en barras..... 15
12.2.2. Aceros en perfiles..... 15

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2026
Número de licencia: 120010

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Ampliación Andén Estación de Petra
Clave: Anden petra v3.1

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural
Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
Aceros laminados y armados: Eurocódigos 3 y 4

Categorías de uso

A. Zonas residenciales
A. Zonas residenciales

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	Sobrecarga de uso		Cargas muertas (kN/m²)
	Categoría	Valor (kN/m²)	
Coronación Andén	A	5.0	0.0
Cimentación	A	5.0	0.0

4.2. Sismo

Norma utilizada: NCSE-02
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Método de cálculo: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

4.2.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

a_b: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a_b** : *0.040* g

K: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : *1.00*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

w: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **w** : *5.00* %

Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2): Construcciones de importancia normal

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Grados de libertad que intervienen en el análisis: No se han considerado las plantas bajo rasante en el modelo dinámico

Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

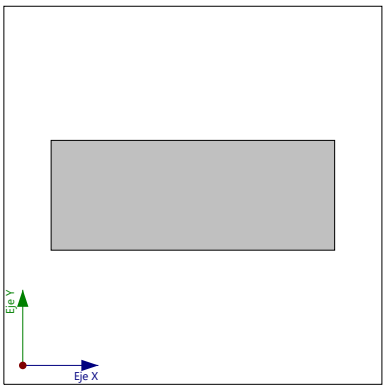
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

4.3. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso A) Sobrecarga (Uso A) Sismo X Sismo Y		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	CM (Vallado)		Peso propio
	CM (Pavimento)		Peso propio
	Q (A)	Sobrecarga de uso	Sobrecarga (Uso A)

4.4. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.5. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Coronación Andén	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(0.00,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(1.06,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(1.93,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(2.77,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(3.64,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(4.38,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(5.12,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(5.88,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(6.52,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(7.19,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(7.96,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(8.70,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(9.29,0.18)
	CM (Vallado)	Puntual	0.50	(10.00,0.18)
	CM (Pavimento)	Superficial	1.00	(0.00,3.88) (0.00,1.30) (10.00,1.30) (10.00,3.88)
	CM (Pavimento)	Superficial	1.00	(0.00,1.30) (0.00,0.17) (10.00,0.17) (10.00,1.30)
	Q (Uso A)	Superficial	5.00	(0.00,3.88) (0.00,1.30) (10.00,1.30) (10.00,3.88)
	Q (Uso A)	Superficial	5.00	(0.00,1.30) (0.00,0.18) (10.00,0.18) (10.00,1.30)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

-
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
A_E	Acción sísmica
γ_G	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
γ_{AE}	Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$	Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[1]

Notas:
[1] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	1.000	0.700

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300[1]

Notas:
[1] Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

6.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
CM (Vallado)	CM (Vallado)
CM (Pavimento)	CM (Pavimento)
Qa (A)	Sobrecarga (Uso A. Zonas residenciales)
Qa (A)	Sobrecarga (Uso A. Zonas residenciales)
Q (A)	Sobrecarga de uso (Uso A. Zonas residenciales)
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	0.800	0.800	0.800	0.800					
2	1.350	1.350	1.350	1.350					
3	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500				
4	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500				
5	0.800	0.800	0.800	0.800		1.500			
6	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500			
7	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050	1.500			
8	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500			
9	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500	1.050			
10	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050			
11	0.800	0.800	0.800	0.800			1.500		
12	1.350	1.350	1.350	1.350			1.500		
13	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050		1.500		
14	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050		1.500		
15	0.800	0.800	0.800	0.800		1.500	1.500		
16	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500		
17	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050	1.500	1.500		
18	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500	1.500		
19	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500		1.050		
20	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500		1.050		
21	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500	1.050	1.050		
22	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	0.300
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	0.300
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	-0.300

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.600	1.600	1.600	1.600					
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600				
4	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600				
5	1.000	1.000	1.000	1.000		1.600			
6	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600			
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120	1.600			
8	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.600			
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600	1.120			
10	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120			
11	1.000	1.000	1.000	1.000			1.600		
12	1.600	1.600	1.600	1.600			1.600		
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120		1.600		
14	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120		1.600		
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.600	1.600		
16	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600	1.600		
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120	1.600	1.600		
18	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.600	1.600		
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600		1.120		
20	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600		1.120		
21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120		
22	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	0.300
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	0.300
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	-0.300

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
3	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		
7	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
9	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	
10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			-1.000	
11	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		-1.000	
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		-1.000	
13	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	-1.000	
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	-1.000	
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	-1.000	
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-1.000	
17	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	
19	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000	
20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	
21	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000	
22	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	
23	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	
24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
25	1.000	1.000	1.000	1.000					-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		1.000
40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Coronación Andén	1	Coronación Andén	1.70	1.70
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1 existente	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 3.88)	(10.00, 3.88)	1	0.125+0.125=0.25
M2 existente	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 1.30)	(10.00, 1.30)	1	0.125+0.125=0.25
Muro Ampliación	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 0.17)	(10.00, 0.17)	1	0.125+0.125=0.25

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M1 existente	Zapata corrida: 1.150 x 0.300 Vuelos: izq.:0.45 der.:0.45 canto:0.30 Módulo de balasto: 47000.00 kN/m³
M2 existente	Zapata corrida: 1.220 x 0.300 Vuelos: izq.:0.87 der.:0.10 canto:0.30 Módulo de balasto: 47000.00 kN/m³
Muro Ampliación	Zapata corrida: 1.070 x 0.300 Vuelos: izq.:0.77 der.:0.05 canto:0.30 Módulo de balasto: 47000.00 kN/m³

9. RECUBRIMIENTOS

9.1. Paños

Losas macizas (Geométricos, Mecánicos)

Los recubrimientos en losas macizas son:

Recubrimiento geométrico (cm)		Recubrimiento mecánico (cm)	
Superior	Inferior	Superior	Inferior
3.0	3.0	3.5	3.5

10. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M1 existente	Zapata corrida Longitud: 1000 cm Ancho total: 115 cm Vuelo a la izquierda: 45 cm Vuelo a la derecha: 45 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³
M2 existente	Zapata corrida Longitud: 1000 cm Ancho total: 122 cm Vuelo a la izquierda: 87 cm Vuelo a la derecha: 10 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³
Muro Ampliación	Zapata corrida Longitud: 1000 cm Ancho total: 107 cm Vuelo a la izquierda: 77 cm Vuelo a la derecha: 5 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³

11. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

11.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.200 MPa
-Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.300 MPa

12. MATERIALES UTILIZADOS

12.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	32837

12.2. Aceros por elemento y posición

12.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.00 a 1.15

12.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S 275 (EN 1993-1-1)	275	210

Esfuerzos en nudos de losas y reticulares

Ampliación Andén Estación de Petra

Fecha: 03/02/26

Cortantes en KN. Momentos en KN x m.
Coord. X y Coord. Y son coordenadas generales. Los esfuerzos están referidos a los ejes locales de la malla correspondiente.
Envolventes de esfuerzos mayorados

Coronación Andén

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
0.100	0.525	Máx.	4.1523	-5.2369	0.0840	-0.6459	-0.0034
		Mín.	1.0147	-22.1891	0.0192	-3.1898	-0.0138
		Dif.	3.1376	16.9522	0.0648	2.5438	0.0104
0.100	0.775	Máx.	4.3267	-2.5181	0.0840	1.0226	0.0000
		Mín.	1.0580	-12.9229	0.0192	0.1599	-0.0000
		Dif.	3.2687	10.4047	0.0648	0.8627	0.0000
0.100	1.025	Máx.	4.0443	0.0041	0.0840	3.2332	0.0219
		Mín.	0.9905	-4.6672	0.0192	0.6300	0.0052
		Dif.	3.0538	4.6713	0.0648	2.6032	0.0167
0.100	1.525	Máx.	3.6396	-9.8475	0.0792	-2.2309	-0.0106
		Mín.	0.8920	-38.3422	0.0181	-8.7935	-0.0437
		Dif.	2.7476	28.4947	0.0612	6.5626	0.0331
0.100	1.775	Máx.	4.2794	-7.5311	0.0792	-0.0495	-0.0000
		Mín.	1.0472	-28.7334	0.0181	-1.9853	-0.0000
		Dif.	3.2322	21.2023	0.0612	1.9358	0.0000
0.100	2.025	Máx.	4.2794	-5.5284	0.0792	4.1461	-0.0000
		Mín.	1.0472	-20.2731	0.0181	0.1265	-0.0000
		Dif.	3.2322	14.7447	0.0612	4.0196	0.0000
0.100	2.275	Máx.	4.2794	-3.3864	0.0792	7.7611	-0.0000
		Mín.	1.0472	-12.6693	0.0181	1.6346	-0.0000
		Dif.	3.2322	9.2828	0.0612	6.1264	0.0000
0.100	2.525	Máx.	4.2794	-1.2562	0.0792	9.7872	0.0000
		Mín.	1.0472	-5.3637	0.0181	2.2984	-0.0000
		Dif.	3.2322	4.1075	0.0612	7.4887	0.0000
0.100	2.775	Máx.	4.2794	2.1249	0.0792	10.2680	0.0000
		Mín.	1.0472	-1.7364	0.0181	2.6055	0.0000
		Dif.	3.2322	3.8613	0.0612	7.6625	0.0000
0.100	3.025	Máx.	4.2794	9.2489	0.0792	9.1979	0.0000
		Mín.	1.0472	0.4005	0.0181	2.5551	0.0000
		Dif.	3.2322	8.8484	0.0612	6.6428	0.0000
0.100	3.275	Máx.	4.2794	17.0337	0.0792	6.5152	0.0000
		Mín.	1.0472	2.6441	0.0181	1.7498	0.0000
		Dif.	3.2322	14.3896	0.0612	4.7654	0.0000
0.100	3.525	Máx.	4.1050	25.8235	0.0792	2.8579	0.0138
		Mín.	1.0039	5.1360	0.0181	0.3277	0.0034
		Dif.	3.1011	20.6875	0.0612	2.5302	0.0104
0.250	0.300	Máx.	1.7295	-6.6361	-0.1916	-2.9360	-0.1425
		Mín.	0.4148	-27.0610	-0.7803	-12.5055	-0.5611
		Dif.	1.3146	20.4249	0.5887	9.5696	0.4186
0.250	0.525	Máx.	1.7295	-5.2369	-0.1916	-0.6459	-0.0610
		Mín.	0.4148	-22.1891	-0.7803	-3.1898	-0.2657
		Dif.	1.3146	16.9522	0.5887	2.5438	0.2048
0.250	0.775	Máx.	2.3676	-2.5181	-0.1926	1.0226	0.0291
		Mín.	0.5861	-12.9229	-0.7880	0.1599	-0.0399
		Dif.	1.7815	10.4047	0.5954	0.8627	0.0690
0.250	1.025	Máx.	2.2357	0.0041	-0.1667	3.2332	0.2898
		Mín.	0.5833	-4.6672	-0.6933	0.6300	0.0563
		Dif.	1.6525	4.6713	0.5266	2.6032	0.2335

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
0.250	1.175	Máx.	2.2357	1.4509	-0.1667	3.5336	0.6737
		Mín.	0.5833	-3.2445	-0.6933	0.3389	0.1574
		Dif.	1.6525	4.6953	0.5266	3.1947	0.5163
0.250	1.425	Máx.	0.5564	-11.0814	-0.2036	-4.9010	-0.2655
		Mín.	0.0088	-43.4064	-0.8173	-18.2277	-1.0874
		Dif.	0.5475	32.3251	0.6137	13.3268	0.8219
0.250	1.525	Máx.	0.5564	-9.8475	-0.2036	-2.2309	-0.1776
		Mín.	0.0088	-38.3422	-0.8173	-8.7935	-0.7249
		Dif.	0.5475	28.4947	0.6137	6.5626	0.5473
0.250	1.775	Máx.	2.1119	-7.5311	-0.2175	-0.0495	-0.1679
		Mín.	0.5071	-28.7334	-0.8804	-1.9853	-0.6741
		Dif.	1.6048	21.2023	0.6630	1.9358	0.5062
0.250	2.025	Máx.	2.7409	-5.5284	-0.2095	4.1461	-0.1257
		Mín.	0.6696	-20.2731	-0.8507	0.1265	-0.4999
		Dif.	2.0713	14.7447	0.6412	4.0196	0.3741
0.250	2.275	Máx.	2.9684	-3.3864	-0.2065	7.7611	-0.0588
		Mín.	0.7278	-12.6693	-0.8393	1.6346	-0.2920
		Dif.	2.2406	9.2828	0.6328	6.1264	0.2332
0.250	2.525	Máx.	3.0392	-1.2562	-0.2053	9.7872	0.0098
		Mín.	0.7461	-5.3637	-0.8352	2.2984	-0.0732
		Dif.	2.2931	4.1075	0.6299	7.4887	0.0830
0.250	2.775	Máx.	3.0269	2.1249	-0.2050	10.2680	0.1488
		Mín.	0.7438	-1.7364	-0.8346	2.6055	0.0077
		Dif.	2.2830	3.8613	0.6296	7.6625	0.1411
0.250	3.025	Máx.	2.9207	9.2489	-0.2053	9.1979	0.3692
		Mín.	0.7193	0.4005	-0.8371	2.5551	0.0784
		Dif.	2.2013	8.8484	0.6318	6.6428	0.2909
0.250	3.275	Máx.	2.6076	17.0337	-0.2068	6.5152	0.5801
		Mín.	0.6484	2.6441	-0.8463	1.7498	0.1423
		Dif.	1.9592	14.3896	0.6395	4.7654	0.4379
0.250	3.525	Máx.	1.6753	25.8235	-0.2033	2.8579	0.7499
		Mín.	0.4430	5.1360	-0.8443	0.3277	0.1876
		Dif.	1.2323	20.6875	0.6410	2.5302	0.5623
0.250	3.750	Máx.	1.6753	30.5643	-0.2033	0.7227	1.1663
		Mín.	0.4430	6.2947	-0.8443	-8.2643	0.2967
		Dif.	1.2323	24.2696	0.6410	8.9871	0.8696
0.500	0.300	Máx.	0.0384	-4.8641	-0.0852	-2.4841	-0.0679
		Mín.	-0.4478	-20.7606	-0.3672	-10.8537	-0.2575
		Dif.	0.4862	15.8964	0.2820	8.3696	0.1896
0.500	0.525	Máx.	0.0384	-4.1622	-0.0852	-0.7558	-0.0297
		Mín.	-0.4478	-18.2923	-0.3672	-3.5063	-0.1908
		Dif.	0.4862	14.1300	0.2820	2.7505	0.1611
0.500	0.775	Máx.	0.0119	-2.5149	-0.1381	0.5432	0.0407
		Mín.	-0.0827	-12.5615	-0.5611	0.0074	-0.0516
		Dif.	0.0946	10.0466	0.4230	0.5358	0.0923
0.500	1.025	Máx.	0.0777	-0.6661	-0.1229	2.8086	0.1932
		Mín.	-0.2090	-6.1544	-0.4745	0.5133	0.0162
		Dif.	0.2867	5.4884	0.3516	2.2952	0.1770
0.500	1.175	Máx.	0.0777	0.2377	-0.1229	3.5646	0.2964
		Mín.	-0.2090	-3.5606	-0.4745	0.4250	0.0306
		Dif.	0.2867	3.7983	0.3516	3.1395	0.2659
0.500	1.425	Máx.	-0.2681	-7.4398	-0.0590	-3.9491	-0.1588
		Mín.	-1.6279	-29.4151	-0.2681	-14.9832	-0.6485
		Dif.	1.3598	21.9753	0.2091	11.0341	0.4897

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
0.500	1.525	Máx.	-0.2681	-7.1896	-0.0590	-2.0900	-0.1675
		Mín.	-1.6279	-28.0691	-0.2681	-8.2809	-0.6843
		Dif.	1.3598	20.8794	0.2091	6.1909	0.5168
0.500	1.775	Máx.	-0.0650	-6.2658	-0.1743	-0.1647	-0.1928
		Mín.	-0.3792	-23.7582	-0.7172	-2.0654	-0.7751
		Dif.	0.3142	17.4924	0.5429	1.9007	0.5823
0.500	2.025	Máx.	0.6551	-4.8265	-0.2204	3.7768	-0.1517
		Mín.	0.1568	-17.6048	-0.8968	0.0161	-0.6225
		Dif.	0.4982	12.7782	0.6764	3.7607	0.4708
0.500	2.275	Máx.	1.1540	-3.0021	-0.2365	7.3740	-0.0720
		Mín.	0.2836	-11.2716	-0.9607	1.5392	-0.3749
		Dif.	0.8704	8.2696	0.7242	5.8348	0.3029
0.500	2.525	Máx.	1.3347	-1.1989	-0.2412	9.3939	0.0151
		Mín.	0.3306	-5.0217	-0.9798	2.2013	-0.0960
		Dif.	1.0041	3.8227	0.7386	7.1926	0.1111
0.500	2.775	Máx.	1.3050	1.5649	-0.2394	9.8733	0.1897
		Mín.	0.3257	-1.8710	-0.9729	2.5077	0.0064
		Dif.	0.9793	3.4359	0.7335	7.3656	0.1834
0.500	3.025	Máx.	1.0475	7.4606	-0.2302	8.8062	0.4654
		Mín.	0.2666	-0.0719	-0.9359	2.4577	0.0960
		Dif.	0.7809	7.5325	0.7057	6.3485	0.3694
0.500	3.275	Máx.	0.4121	13.7811	-0.2062	6.1426	0.6983
		Mín.	0.1140	1.7470	-0.8363	1.6383	0.1713
		Dif.	0.2982	12.0341	0.6301	4.5043	0.5271
0.500	3.525	Máx.	-0.0924	19.6149	-0.1439	2.7728	0.7942
		Mín.	-0.8482	3.4939	-0.5693	0.2526	0.1997
		Dif.	0.7558	16.1210	0.4253	2.5201	0.5945
0.500	3.750	Máx.	-0.0924	22.2839	-0.1439	1.2383	0.7910
		Mín.	-0.8482	4.3264	-0.5693	-6.0633	0.1936
		Dif.	0.7558	17.9575	0.4253	7.3016	0.5974
0.750	0.300	Máx.	0.0601	-5.1566	-0.0582	-2.5896	-0.0161
		Mín.	-0.4709	-21.4676	-0.2243	-11.0631	-0.1035
		Dif.	0.5310	16.3110	0.1661	8.4735	0.0874
0.750	0.525	Máx.	0.0601	-4.2894	-0.0582	-0.7778	0.0028
		Mín.	-0.4709	-18.4677	-0.2243	-3.5308	-0.0786
		Dif.	0.5310	14.1783	0.1661	2.7530	0.0814
0.750	0.775	Máx.	-0.0992	-2.6446	-0.0628	0.3537	0.0422
		Mín.	-0.5163	-12.7253	-0.2537	-0.0615	-0.0501
		Dif.	0.4172	10.0806	0.1908	0.4152	0.0923
0.750	1.025	Máx.	0.0724	-1.3098	-0.0273	2.7989	0.0828
		Mín.	-0.3622	-7.9361	-0.1308	0.5299	-0.0265
		Dif.	0.4346	6.6263	0.1035	2.2690	0.1093
0.750	1.175	Máx.	0.0724	-0.7523	-0.0273	4.3774	0.1406
		Mín.	-0.3622	-5.8893	-0.1308	0.7235	-0.0404
		Dif.	0.4346	5.1369	0.1035	3.6539	0.1809
0.750	1.425	Máx.	-0.0407	-7.7397	-0.0650	-3.8848	-0.0859
		Mín.	-1.0859	-30.0058	-0.2568	-14.6806	-0.4367
		Dif.	1.0451	22.2660	0.1918	10.7958	0.3508
0.750	1.525	Máx.	-0.0407	-7.1120	-0.0650	-1.9710	-0.1183
		Mín.	-1.0859	-27.4037	-0.2568	-7.8418	-0.4822
		Dif.	1.0451	20.2918	0.1918	5.8708	0.3639
0.750	1.775	Máx.	-0.1674	-5.8567	-0.1242	-0.1689	-0.1498
		Mín.	-0.7871	-22.0762	-0.5078	-2.0481	-0.6026
		Dif.	0.6197	16.2195	0.3836	1.8791	0.4529

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
0.750	2.025	Máx.	-0.0020	-4.5075	-0.1803	3.5309	-0.1192
		Mín.	-0.0947	-16.5088	-0.7353	-0.0551	-0.5288
		Dif.	0.0928	12.0013	0.5549	3.5860	0.4096
0.750	2.275	Máx.	0.3753	-2.8546	-0.2132	7.0327	-0.0561
		Mín.	0.0912	-10.7504	-0.8666	1.4555	-0.3352
		Dif.	0.2841	7.8957	0.6534	5.5772	0.2791
0.750	2.525	Máx.	0.5777	-1.1731	-0.2261	9.0280	0.0204
		Mín.	0.1441	-4.8997	-0.9176	2.1109	-0.0947
		Dif.	0.4336	3.7266	0.6915	6.9171	0.1151
0.750	2.775	Máx.	0.5468	1.3841	-0.2232	9.5099	0.1689
		Mín.	0.1398	-1.9165	-0.9046	2.4175	-0.0023
		Dif.	0.4069	3.3006	0.6813	7.0923	0.1712
0.750	3.025	Máx.	0.2768	6.7929	-0.2040	8.4781	0.4058
		Mín.	0.0578	-0.2420	-0.8240	2.3726	0.0773
		Dif.	0.2190	7.0349	0.6201	6.1055	0.3285
0.750	3.275	Máx.	-0.0196	12.4828	-0.1631	5.9377	0.5738
		Mín.	-0.2633	1.3941	-0.6546	1.5801	0.1401
		Dif.	0.2436	11.0887	0.4915	4.3576	0.4337
0.750	3.525	Máx.	-0.0957	17.8850	-0.0974	2.7800	0.5923
		Mín.	-0.9760	2.9164	-0.3918	0.3241	0.1502
		Dif.	0.8803	14.9686	0.2944	2.4559	0.4421
0.750	3.750	Máx.	-0.0957	20.4941	-0.0974	1.4760	0.5360
		Mín.	-0.9760	3.6355	-0.3918	-5.3423	0.1003
		Dif.	0.8803	16.8586	0.2944	6.8183	0.4356
1.000	0.300	Máx.	0.1503	-4.6762	0.0101	-2.4482	0.0126
		Mín.	-0.3012	-19.7447	-0.0073	-10.5108	-0.0459
		Dif.	0.4515	15.0686	0.0174	8.0626	0.0585
1.000	0.525	Máx.	0.1503	-4.0470	0.0101	-0.8001	0.0188
		Mín.	-0.3012	-17.5148	-0.0073	-3.5678	-0.0377
		Dif.	0.4515	13.4678	0.0174	2.7677	0.0564
1.000	0.775	Máx.	-0.0519	-2.6440	-0.0169	0.3120	0.0412
		Mín.	-0.3929	-12.5455	-0.0870	-0.0809	-0.0482
		Dif.	0.3410	9.9015	0.0701	0.3929	0.0895
1.000	1.025	Máx.	0.1603	-1.0825	-0.0197	2.7506	0.0584
		Mín.	-0.2674	-6.9785	-0.1015	0.5303	-0.0491
		Dif.	0.4278	5.8960	0.0818	2.2203	0.1075
1.000	1.175	Máx.	0.1603	-0.2947	-0.0197	3.8717	0.1150
		Mín.	-0.2674	-4.1508	-0.1015	0.6047	-0.0773
		Dif.	0.4278	3.8560	0.0818	3.2670	0.1923
1.000	1.425	Máx.	0.1697	-6.6349	0.0133	-3.5129	-0.0334
		Mín.	-0.5617	-26.0932	-0.0191	-13.3892	-0.2964
		Dif.	0.7314	19.4584	0.0325	9.8763	0.2630
1.000	1.525	Máx.	0.1697	-6.3732	0.0133	-1.8627	-0.0784
		Mín.	-0.5617	-24.7434	-0.0191	-7.4490	-0.3182
		Dif.	0.7314	18.3703	0.0325	5.5863	0.2398
1.000	1.775	Máx.	-0.1187	-5.5684	-0.0756	-0.1651	-0.0919
		Mín.	-0.6562	-20.9676	-0.3141	-2.0266	-0.4154
		Dif.	0.5375	15.3991	0.2385	1.8616	0.3234
1.000	2.025	Máx.	-0.0717	-4.3195	-0.1338	3.3847	-0.0750
		Mín.	-0.3348	-15.8590	-0.5460	-0.0968	-0.3906
		Dif.	0.2631	11.5395	0.4122	3.4815	0.3156
1.000	2.275	Máx.	-0.0008	-2.7554	-0.1707	6.7720	-0.0312
		Mín.	-0.0394	-10.3984	-0.6935	1.3918	-0.2603
		Dif.	0.0386	7.6431	0.5228	5.3802	0.2291

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
1.000	2.525	Máx.	0.1148	-1.1532	-0.1871	8.7261	0.0271
		Mín.	0.0277	-4.8090	-0.7579	2.0364	-0.0882
		Dif.	0.0870	3.6558	0.5708	6.6897	0.1153
1.000	2.775	Máx.	0.0946	1.2600	-0.1840	9.2141	0.1300
		Mín.	0.0085	-1.9468	-0.7430	2.3438	-0.0141
		Dif.	0.0861	3.2068	0.5590	6.8703	0.1441
1.000	3.025	Máx.	0.0239	6.3921	-0.1613	8.2391	0.3069
		Mín.	-0.0928	-0.3522	-0.6480	2.3021	0.0486
		Dif.	0.1166	6.7443	0.4867	5.9370	0.2583
1.000	3.275	Máx.	-0.0776	11.7690	-0.1188	5.8267	0.4131
		Mín.	-0.4046	1.2030	-0.4702	1.5513	0.0934
		Dif.	0.3270	10.5660	0.3514	4.2755	0.3197
1.000	3.525	Máx.	0.0234	16.6505	-0.0596	2.7955	0.4024
		Mín.	-0.6786	2.6836	-0.2164	0.3808	0.0921
		Dif.	0.7020	13.9669	0.1568	2.4147	0.3103
1.000	3.750	Máx.	0.0234	18.9024	-0.0596	1.5783	0.3563
		Mín.	-0.6786	3.3994	-0.2164	-4.6976	0.0327
		Dif.	0.7020	15.5030	0.1568	6.2759	0.3236
1.250	0.300	Máx.	0.2119	-5.2640	-0.0124	-2.6233	0.0291
		Mín.	-0.2620	-21.6128	-0.0588	-11.0416	-0.0434
		Dif.	0.4739	16.3488	0.0464	8.4182	0.0725
1.250	0.525	Máx.	0.2119	-4.3781	-0.0124	-0.7867	0.0227
		Mín.	-0.2620	-18.5195	-0.0588	-3.5012	-0.0267
		Dif.	0.4739	14.1414	0.0464	2.7145	0.0494
1.250	0.775	Máx.	0.0168	-2.7337	0.0082	0.3299	0.0390
		Mín.	-0.1956	-12.7532	-0.0098	-0.0790	-0.0476
		Dif.	0.2124	10.0194	0.0180	0.4090	0.0867
1.250	1.025	Máx.	0.2694	-1.4090	0.0546	2.8376	0.0556
		Mín.	-0.2253	-8.0587	0.0123	0.5658	-0.0606
		Dif.	0.4948	6.6496	0.0423	2.2718	0.1163
1.250	1.175	Máx.	0.2694	-0.8427	0.0546	4.4987	0.1217
		Mín.	-0.2253	-6.0371	0.0123	0.7980	-0.0989
		Dif.	0.4948	5.1944	0.0423	3.7008	0.2206
1.250	1.425	Máx.	0.2930	-7.5550	-0.0441	-3.6629	0.0108
		Mín.	-0.4914	-29.2116	-0.1665	-13.9152	-0.2025
		Dif.	0.7845	21.6566	0.1224	10.2523	0.2133
1.250	1.525	Máx.	0.2930	-6.8551	-0.0441	-1.8209	-0.0505
		Mín.	-0.4914	-26.3400	-0.1665	-7.3003	-0.2040
		Dif.	0.7845	19.4849	0.1224	5.4794	0.1535
1.250	1.775	Máx.	-0.0634	-5.5348	-0.0593	-0.1368	-0.0473
		Mín.	-0.4848	-20.7833	-0.2394	-1.9751	-0.2698
		Dif.	0.4215	15.2485	0.1802	1.8383	0.2225
1.250	2.025	Máx.	-0.0820	-4.2054	-0.0951	3.3183	-0.0357
		Mín.	-0.3685	-15.4645	-0.3877	-0.1106	-0.2653
		Dif.	0.2865	11.2591	0.2925	3.4289	0.2295
1.250	2.275	Máx.	-0.0548	-2.6851	-0.1262	6.5941	-0.0067
		Mín.	-0.2197	-10.1435	-0.5121	1.3485	-0.1837
		Dif.	0.1650	7.4584	0.3859	5.2456	0.1771
1.250	2.525	Máx.	-0.0284	-1.1390	-0.1417	8.5035	0.0337
		Mín.	-0.1328	-4.7377	-0.5727	1.9813	-0.0798
		Dif.	0.1043	3.5986	0.4309	6.5222	0.1134
1.250	2.775	Máx.	-0.0104	1.1702	-0.1391	8.9983	0.0896
		Mín.	-0.1402	-1.9643	-0.5595	2.2896	-0.0255
		Dif.	0.1297	3.1346	0.4204	6.7087	0.1151

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
1.250	3.025	Máx.	-0.0239	6.1205	-0.1187	8.0828	0.2105
		Mín.	-0.2356	-0.4224	-0.4742	2.2575	0.0208
		Dif.	0.2117	6.5430	0.3555	5.8254	0.1897
1.250	3.275	Máx.	-0.0793	11.4089	-0.0836	5.7916	0.2750
		Mín.	-0.3708	1.0863	-0.3321	1.5462	0.0525
		Dif.	0.2915	10.3227	0.2485	4.2454	0.2224
1.250	3.525	Máx.	0.1527	16.6849	-0.0436	2.8249	0.2617
		Mín.	-0.4454	2.5340	-0.1856	0.4393	0.0452
		Dif.	0.5981	14.1509	0.1420	2.3856	0.2165
1.250	3.750	Máx.	0.1527	19.3410	-0.0436	1.6629	0.2361
		Mín.	-0.4454	3.2381	-0.1856	-4.7066	-0.0219
		Dif.	0.5981	16.1030	0.1420	6.3695	0.2580
1.500	0.300	Máx.	0.2447	-4.7768	0.0565	-2.4711	0.0364
		Mín.	-0.2572	-19.9386	0.0165	-10.5014	-0.0464
		Dif.	0.5019	15.1618	0.0400	8.0303	0.0828
1.500	0.525	Máx.	0.2447	-4.1286	0.0565	-0.7943	0.0211
		Mín.	-0.2572	-17.6214	0.0165	-3.5100	-0.0246
		Dif.	0.5019	13.4928	0.0400	2.7157	0.0457
1.500	0.775	Máx.	0.0686	-2.6829	0.0104	0.3497	0.0369
		Mín.	-0.1046	-12.5054	-0.0070	-0.0739	-0.0470
		Dif.	0.1732	9.8224	0.0174	0.4236	0.0839
1.500	1.025	Máx.	0.3772	-1.0500	-0.0048	2.7862	0.0572
		Mín.	-0.2361	-6.8166	-0.0418	0.5581	-0.0625
		Dif.	0.6133	5.7666	0.0369	2.2281	0.1198
1.500	1.175	Máx.	0.3772	-0.2142	-0.0048	3.8652	0.1315
		Mín.	-0.2361	-3.9266	-0.0418	0.6169	-0.1078
		Dif.	0.6133	3.7124	0.0369	3.2483	0.2393
1.500	1.425	Máx.	0.3671	-6.5652	0.0347	-3.3750	0.0398
		Mín.	-0.4911	-25.8422	0.0102	-12.9520	-0.1440
		Dif.	0.8582	19.2770	0.0245	9.5770	0.1839
1.500	1.525	Máx.	0.3671	-6.2646	0.0347	-1.7668	-0.0313
		Mín.	-0.4911	-24.3294	0.0102	-7.1050	-0.1267
		Dif.	0.8582	18.0647	0.0245	5.3382	0.0954
1.500	1.775	Máx.	-0.0226	-5.4093	-0.0321	-0.1332	-0.0159
		Mín.	-0.3617	-20.3423	-0.1356	-1.9617	-0.1680
		Dif.	0.3391	14.9330	0.1035	1.8285	0.1521
1.500	2.025	Máx.	-0.0714	-4.1482	-0.0644	3.2737	-0.0058
		Mín.	-0.3301	-15.2577	-0.2626	-0.1202	-0.1691
		Dif.	0.2587	11.1094	0.1982	3.3939	0.1634
1.500	2.275	Máx.	-0.0672	-2.6484	-0.0881	6.4877	0.0133
		Mín.	-0.2709	-10.0009	-0.3567	1.3209	-0.1204
		Dif.	0.2038	7.3524	0.2686	5.1669	0.1337
1.500	2.525	Máx.	-0.0556	-1.1323	-0.1004	8.3547	0.0390
		Mín.	-0.2314	-4.6919	-0.4040	1.9444	-0.0718
		Dif.	0.1758	3.5596	0.3036	6.4103	0.1108
1.500	2.775	Máx.	-0.0398	1.1200	-0.0986	8.8547	0.0723
		Mín.	-0.2300	-1.9701	-0.3944	2.2532	-0.0346
		Dif.	0.1902	3.0901	0.2958	6.6015	0.1068
1.500	3.025	Máx.	-0.0362	5.9812	-0.0831	7.9834	0.1333
		Mín.	-0.2624	-0.4567	-0.3298	2.2306	-0.0017
		Dif.	0.2262	6.4379	0.2467	5.7528	0.1349
1.500	3.275	Máx.	-0.0604	11.2163	-0.0572	5.7613	0.1723
		Mín.	-0.3008	1.0406	-0.2243	1.5426	0.0216
		Dif.	0.2404	10.1757	0.1671	4.2188	0.1508

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
1.500	3.525	Máx.	0.2627	16.1689	-0.0201	2.8308	0.1646
		Mín.	-0.4300	2.4998	-0.0922	0.4606	0.0126
		Dif.	0.6927	13.6691	0.0721	2.3703	0.1520
1.500	3.750	Máx.	0.2627	18.5247	-0.0201	1.6774	0.1839
		Mín.	-0.4300	3.2150	-0.0922	-4.4226	-0.0582
		Dif.	0.6927	15.3097	0.0721	6.1000	0.2421
1.750	0.300	Máx.	0.2662	-5.3434	-0.0077	-2.6473	0.0437
		Mín.	-0.2639	-21.6198	-0.0377	-10.9913	-0.0552
		Dif.	0.5301	16.2764	0.0300	8.3440	0.0990
1.750	0.525	Máx.	0.2662	-4.4424	-0.0077	-0.7841	0.0182
		Mín.	-0.2639	-18.5053	-0.0377	-3.4501	-0.0238
		Dif.	0.5301	14.0629	0.0300	2.6661	0.0421
1.750	0.775	Máx.	0.0934	-2.7602	0.0163	0.3712	0.0364
		Mín.	-0.0894	-12.6436	-0.0021	-0.0691	-0.0452
		Dif.	0.1828	9.8834	0.0184	0.4403	0.0816
1.750	1.025	Máx.	0.4218	-1.3862	0.0519	2.8424	0.0623
		Mín.	-0.2786	-7.7575	0.0148	0.5840	-0.0638
		Dif.	0.7003	6.3712	0.0371	2.2583	0.1261
1.750	1.175	Máx.	0.4218	-0.7934	0.0519	4.3936	0.1485
		Mín.	-0.2786	-5.6186	0.0148	0.8042	-0.1209
		Dif.	0.7003	4.8251	0.0371	3.5894	0.2693
1.750	1.425	Máx.	0.4367	-7.4614	-0.0289	-3.5860	0.0661
		Mín.	-0.4787	-28.8718	-0.1104	-13.5842	-0.1434
		Dif.	0.9154	21.4104	0.0816	9.9981	0.2094
1.750	1.525	Máx.	0.4367	-6.7643	-0.0289	-1.7654	-0.0148
		Mín.	-0.4787	-26.0046	-0.1104	-7.0731	-0.0787
		Dif.	0.9154	19.2403	0.0816	5.3077	0.0638
1.750	1.775	Máx.	0.0155	-5.4456	-0.0260	-0.1110	0.0052
		Mín.	-0.2475	-20.4433	-0.1046	-1.9320	-0.0983
		Dif.	0.2630	14.9978	0.0786	1.8210	0.1035
1.750	2.025	Máx.	-0.0522	-4.1201	-0.0416	3.2601	0.0155
		Mín.	-0.2647	-15.1426	-0.1693	-0.1193	-0.1005
		Dif.	0.2124	11.0225	0.1277	3.3795	0.1161
1.750	2.275	Máx.	-0.0632	-2.6288	-0.0580	6.4253	0.0279
		Mín.	-0.2551	-9.9156	-0.2341	1.3046	-0.0867
		Dif.	0.1919	7.2868	0.1760	5.1206	0.1147
1.750	2.525	Máx.	-0.0589	-1.1303	-0.0671	8.2628	0.0430
		Mín.	-0.2434	-4.6635	-0.2683	1.9215	-0.0652
		Dif.	0.1845	3.5331	0.2013	6.3413	0.1082
1.750	2.775	Máx.	-0.0442	1.0947	-0.0661	8.7660	0.0611
		Mín.	-0.2377	-1.9674	-0.2622	2.2306	-0.0408
		Dif.	0.1935	3.0621	0.1961	6.5354	0.1020
1.750	3.025	Máx.	-0.0320	5.9050	-0.0555	7.9249	0.0776
		Mín.	-0.2360	-0.4676	-0.2173	2.2164	-0.0178
		Dif.	0.2039	6.3725	0.1618	5.7086	0.0954
1.750	3.275	Máx.	-0.0373	11.1367	-0.0383	5.7573	0.1008
		Mín.	-0.2239	1.0252	-0.1477	1.5469	-0.0005
		Dif.	0.1866	10.1116	0.1094	4.2104	0.1014
1.750	3.525	Máx.	0.3419	16.4308	-0.0184	2.8382	0.0998
		Mín.	-0.4204	2.4979	-0.0899	0.4924	-0.0124
		Dif.	0.7623	13.9329	0.0714	2.3458	0.1122
1.750	3.750	Máx.	0.3419	19.1116	-0.0184	1.6810	0.1766
		Mín.	-0.4204	3.2263	-0.0899	-4.5259	-0.0917
		Dif.	0.7623	15.8853	0.0714	6.2069	0.2682

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
2.000	0.300	Máx.	0.3043	-4.8123	0.0640	-2.4897	0.0493
		Mín.	-0.2700	-19.8552	0.0187	-10.4448	-0.0582
		Dif.	0.5743	15.0429	0.0453	7.9551	0.1075
2.000	0.525	Máx.	0.3043	-4.1675	0.0640	-0.7986	0.0181
		Mín.	-0.2700	-17.5562	0.0187	-3.4778	-0.0217
		Dif.	0.5743	13.3886	0.0453	2.6791	0.0399
2.000	0.775	Máx.	0.1016	-2.7145	0.0071	0.3761	0.0370
		Mín.	-0.0925	-12.4172	-0.0071	-0.0677	-0.0424
		Dif.	0.1940	9.7026	0.0142	0.4438	0.0794
2.000	1.025	Máx.	0.4189	-1.0664	-0.0101	2.7821	0.0638
		Mín.	-0.3286	-6.6159	-0.0517	0.5715	-0.0649
		Dif.	0.7475	5.5495	0.0417	2.2105	0.1287
2.000	1.175	Máx.	0.4189	-0.2262	-0.0101	3.7855	0.1496
		Mín.	-0.3286	-3.6546	-0.0517	0.6332	-0.1303
		Dif.	0.7475	3.4284	0.0417	3.1523	0.2799
2.000	1.425	Máx.	0.5244	-6.5123	0.0783	-3.3440	0.0819
		Mín.	-0.4648	-25.6565	0.0206	-12.7596	-0.1356
		Dif.	0.9892	19.1442	0.0577	9.4156	0.2175
2.000	1.525	Máx.	0.5244	-6.2185	0.0783	-1.7410	-0.0037
		Mín.	-0.4648	-24.1651	0.0206	-6.9727	-0.0453
		Dif.	0.9892	17.9465	0.0577	5.2317	0.0416
2.000	1.775	Máx.	0.0540	-5.3692	-0.0042	-0.1186	0.0199
		Mín.	-0.1589	-20.1947	-0.0390	-1.9311	-0.0596
		Dif.	0.2128	14.8256	0.0349	1.8125	0.0795
2.000	2.025	Máx.	-0.0307	-4.1167	-0.0253	3.2460	0.0301
		Mín.	-0.1936	-15.1111	-0.1033	-0.1208	-0.0730
		Dif.	0.1630	10.9944	0.0779	3.3668	0.1031
2.000	2.275	Máx.	-0.0522	-2.6266	-0.0365	6.3914	0.0380
		Mín.	-0.2110	-9.8882	-0.1461	1.2958	-0.0718
		Dif.	0.1588	7.2616	0.1097	5.0956	0.1098
2.000	2.525	Máx.	-0.0519	-1.1324	-0.0425	8.2115	0.0458
		Mín.	-0.2134	-4.6495	-0.1684	1.9086	-0.0602
		Dif.	0.1615	3.5171	0.1260	6.3029	0.1059
2.000	2.775	Máx.	-0.0366	1.0887	-0.0421	8.7161	0.0536
		Mín.	-0.2066	-1.9600	-0.1651	2.2177	-0.0446
		Dif.	0.1701	3.0486	0.1229	6.4984	0.0983
2.000	3.025	Máx.	-0.0219	5.8910	-0.0356	7.8912	0.0572
		Mín.	-0.1897	-0.4642	-0.1371	2.2097	-0.0282
		Dif.	0.1678	6.3552	0.1015	5.6816	0.0854
2.000	3.275	Máx.	-0.0173	11.1119	-0.0211	5.7420	0.0554
		Mín.	-0.1524	1.0353	-0.0908	1.5474	-0.0149
		Dif.	0.1350	10.0766	0.0697	4.1946	0.0702
2.000	3.525	Máx.	0.3958	16.0844	-0.0004	2.8278	0.0737
		Mín.	-0.4211	2.5338	-0.0273	0.4951	-0.0288
		Dif.	0.8168	13.5506	0.0268	2.3326	0.1025
2.000	3.750	Máx.	0.3958	18.4559	-0.0004	1.6536	0.1661
		Mín.	-0.4211	3.2807	-0.0273	-4.3323	-0.1134
		Dif.	0.8168	15.1752	0.0268	5.9860	0.2794
2.250	0.300	Máx.	0.3245	-5.3905	-0.0120	-2.6662	0.0579
		Mín.	-0.2853	-21.6938	-0.0501	-10.9934	-0.0654
		Dif.	0.6098	16.3033	0.0382	8.3272	0.1234
2.250	0.525	Máx.	0.3245	-4.4830	-0.0120	-0.7867	0.0175
		Mín.	-0.2853	-18.5384	-0.0501	-3.4272	-0.0205
		Dif.	0.6098	14.0554	0.0382	2.6405	0.0380

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
2.250	0.775	Máx.	0.1119	-2.7913	0.0103	0.3879	0.0367
		Mín.	-0.0987	-12.6314	-0.0023	-0.0652	-0.0410
		Dif.	0.2106	9.8401	0.0126	0.4531	0.0777
2.250	1.025	Máx.	0.4523	-1.4198	0.0576	2.8508	0.0672
		Mín.	-0.3718	-7.7918	0.0161	0.5957	-0.0676
		Dif.	0.8241	6.3720	0.0414	2.2552	0.1348
2.250	1.175	Máx.	0.4523	-0.8323	0.0576	4.4240	0.1616
		Mín.	-0.3718	-5.7037	0.0161	0.8260	-0.1448
		Dif.	0.8241	4.8714	0.0414	3.5980	0.3064
2.250	1.425	Máx.	0.5760	-7.5284	-0.0267	-3.5876	0.1032
		Mín.	-0.4909	-29.1396	-0.1052	-13.5834	-0.1422
		Dif.	1.0669	21.6113	0.0784	9.9958	0.2454
2.250	1.525	Máx.	0.5760	-6.8060	-0.0267	-1.7587	0.0056
		Mín.	-0.4909	-26.1735	-0.1052	-7.0233	-0.0258
		Dif.	1.0669	19.3675	0.0784	5.2646	0.0314
2.250	1.775	Máx.	0.0779	-5.4496	-0.0096	-0.1041	0.0280
		Mín.	-0.1353	-20.4655	-0.0495	-1.9087	-0.0470
		Dif.	0.2132	15.0159	0.0399	1.8045	0.0751
2.250	2.025	Máx.	-0.0124	-4.1195	-0.0126	3.2524	0.0389
		Mín.	-0.1350	-15.1046	-0.0613	-0.1143	-0.0601
		Dif.	0.1227	10.9851	0.0487	3.3667	0.0990
2.250	2.275	Máx.	-0.0397	-2.6274	-0.0202	6.3768	0.0443
		Mín.	-0.1603	-9.8718	-0.0851	1.2920	-0.0622
		Dif.	0.1205	7.2444	0.0649	5.0848	0.1065
2.250	2.525	Máx.	-0.0412	-1.1358	-0.0249	8.1878	0.0476
		Mín.	-0.1683	-4.6413	-0.0992	1.9021	-0.0566
		Dif.	0.1271	3.5055	0.0743	6.2857	0.1042
2.250	2.775	Máx.	-0.0247	1.0885	-0.0243	8.6907	0.0490
		Mín.	-0.1623	-1.9505	-0.0976	2.2109	-0.0466
		Dif.	0.1375	3.0390	0.0734	6.4799	0.0956
2.250	3.025	Máx.	-0.0107	5.8859	-0.0187	7.8758	0.0468
		Mín.	-0.1417	-0.4558	-0.0812	2.2086	-0.0344
		Dif.	0.1310	6.3417	0.0625	5.6672	0.0812
2.250	3.275	Máx.	0.0014	11.1352	-0.0103	5.7482	0.0427
		Mín.	-0.1005	1.0374	-0.0576	1.5545	-0.0238
		Dif.	0.1019	10.0978	0.0473	4.1937	0.0665
2.250	3.525	Máx.	0.4538	16.5016	-0.0030	2.8275	0.0656
		Mín.	-0.4485	2.5087	-0.0515	0.5149	-0.0418
		Dif.	0.9023	13.9929	0.0485	2.3126	0.1074
2.250	3.750	Máx.	0.4538	19.2358	-0.0030	1.6700	0.1708
		Mín.	-0.4485	3.2341	-0.0515	-4.5318	-0.1376
		Dif.	0.9023	16.0016	0.0485	6.2017	0.3085
2.500	0.300	Máx.	0.3257	-4.8611	0.0487	-2.5072	0.0609
		Mín.	-0.3190	-19.9381	0.0144	-10.4538	-0.0684
		Dif.	0.6447	15.0770	0.0343	7.9466	0.1293
2.500	0.525	Máx.	0.3257	-4.2056	0.0487	-0.8003	0.0162
		Mín.	-0.3190	-17.5965	0.0144	-3.4602	-0.0212
		Dif.	0.6447	13.3909	0.0343	2.6599	0.0374
2.500	0.775	Máx.	0.1218	-2.7395	0.0032	0.3876	0.0357
		Mín.	-0.1032	-12.4137	-0.0078	-0.0642	-0.0408
		Dif.	0.2250	9.6741	0.0110	0.4518	0.0766
2.500	1.025	Máx.	0.4996	-1.0862	-0.0121	2.7891	0.0682
		Mín.	-0.3929	-6.6552	-0.0502	0.5807	-0.0676
		Dif.	0.8925	5.5691	0.0381	2.2084	0.1358

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
2.500	1.175	Máx.	0.4996	-0.2432	-0.0121	3.8145	0.1664
		Mín.	-0.3929	-3.7380	-0.0502	0.6469	-0.1480
		Dif.	0.8925	3.4947	0.0381	3.1676	0.3144
2.500	1.425	Máx.	0.5956	-6.5791	0.0749	-3.3548	0.1119
		Mín.	-0.5446	-25.9185	0.0224	-12.7962	-0.1415
		Dif.	1.1402	19.3394	0.0525	9.4414	0.2534
2.500	1.525	Máx.	0.5956	-6.2655	0.0749	-1.7434	0.0100
		Mín.	-0.5446	-24.3513	0.0224	-6.9582	-0.0221
		Dif.	1.1402	18.0858	0.0525	5.2148	0.0321
2.500	1.775	Máx.	0.0900	-5.3856	0.0056	-0.1174	0.0322
		Mín.	-0.1317	-20.2643	-0.0077	-1.9149	-0.0410
		Dif.	0.2217	14.8788	0.0133	1.7975	0.0732
2.500	2.025	Máx.	0.0018	-4.1310	-0.0037	3.2469	0.0438
		Mín.	-0.0918	-15.1245	-0.0325	-0.1144	-0.0531
		Dif.	0.0936	10.9935	0.0287	3.3613	0.0969
2.500	2.275	Máx.	-0.0275	-2.6359	-0.0084	6.3714	0.0480
		Mín.	-0.1137	-9.8822	-0.0465	1.2905	-0.0565
		Dif.	0.0861	7.2463	0.0381	5.0809	0.1045
2.500	2.525	Máx.	-0.0284	-1.1408	-0.0111	8.1787	0.0488
		Mín.	-0.1228	-4.6399	-0.0543	1.8994	-0.0542
		Dif.	0.0944	3.4991	0.0432	6.2792	0.1030
2.500	2.775	Máx.	-0.0129	1.0952	-0.0109	8.6803	0.0464
		Mín.	-0.1181	-1.9414	-0.0539	2.2079	-0.0475
		Dif.	0.1053	3.0366	0.0430	6.4724	0.0939
2.500	3.025	Máx.	-0.0006	5.9063	-0.0079	7.8678	0.0409
		Mín.	-0.0998	-0.4445	-0.0455	2.2098	-0.0378
		Dif.	0.0991	6.3509	0.0376	5.6581	0.0787
2.500	3.275	Máx.	0.0176	11.1505	-0.0030	5.7371	0.0354
		Mín.	-0.0667	1.0561	-0.0307	1.5563	-0.0288
		Dif.	0.0844	10.0944	0.0277	4.1808	0.0642
2.500	3.525	Máx.	0.5053	16.1809	0.0076	2.8134	0.0603
		Mín.	-0.4820	2.5440	-0.0133	0.5112	-0.0483
		Dif.	0.9873	13.6369	0.0209	2.3022	0.1086
2.500	3.750	Máx.	0.5053	18.5926	0.0076	1.6419	0.1705
		Mín.	-0.4820	3.2802	-0.0133	-4.3603	-0.1481
		Dif.	0.9873	15.3124	0.0209	6.0022	0.3186
2.750	0.300	Máx.	0.3435	-5.3987	-0.0118	-2.6786	0.0681
		Mín.	-0.3340	-21.5790	-0.0461	-10.9509	-0.0766
		Dif.	0.6774	16.1803	0.0343	8.2723	0.1448
2.750	0.525	Máx.	0.3435	-4.5008	-0.0118	-0.7944	0.0163
		Mín.	-0.3340	-18.4664	-0.0461	-3.4203	-0.0208
		Dif.	0.6774	13.9656	0.0343	2.6258	0.0371
2.750	0.775	Máx.	0.1223	-2.8159	0.0056	0.3941	0.0361
		Mín.	-0.1130	-12.5876	-0.0037	-0.0620	-0.0401
		Dif.	0.2352	9.7717	0.0093	0.4560	0.0762
2.750	1.025	Máx.	0.5094	-1.4363	0.0438	2.8438	0.0721
		Mín.	-0.4250	-7.6745	0.0146	0.6021	-0.0705
		Dif.	0.9344	6.2382	0.0293	2.2417	0.1426
2.750	1.175	Máx.	0.5094	-0.8436	0.0438	4.3676	0.1792
		Mín.	-0.4250	-5.5277	0.0146	0.8352	-0.1598
		Dif.	0.9344	4.6840	0.0293	3.5324	0.3389
2.750	1.425	Máx.	0.6317	-7.4980	-0.0224	-3.6001	0.1266
		Mín.	-0.5670	-29.0277	-0.0824	-13.5378	-0.1565
		Dif.	1.1987	21.5296	0.0600	9.9377	0.2832

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
2.750	1.525	Máx.	0.6317	-6.7915	-0.0224	-1.7655	0.0151
		Mín.	-0.5670	-26.1230	-0.0824	-7.0089	-0.0248
		Dif.	1.1987	19.3315	0.0600	5.2434	0.0399
2.750	1.775	Máx.	0.1055	-5.4540	-0.0002	-0.1074	0.0342
		Mín.	-0.1221	-20.4882	-0.0188	-1.8999	-0.0369
		Dif.	0.2276	15.0341	0.0185	1.7924	0.0711
2.750	2.025	Máx.	0.0147	-4.1391	0.0014	3.2538	0.0467
		Mín.	-0.0565	-15.1325	-0.0148	-0.1097	-0.0490
		Dif.	0.0713	10.9933	0.0162	3.3635	0.0957
2.750	2.275	Máx.	-0.0152	-2.6415	-0.0011	6.3717	0.0502
		Mín.	-0.0753	-9.8849	-0.0221	1.2905	-0.0532
		Dif.	0.0600	7.2434	0.0210	5.0812	0.1034
2.750	2.525	Máx.	-0.0174	-1.1456	-0.0028	8.1772	0.0495
		Mín.	-0.0842	-4.6393	-0.0268	1.8988	-0.0527
		Dif.	0.0668	3.4937	0.0240	6.2784	0.1022
2.750	2.775	Máx.	-0.0028	1.1006	-0.0027	8.6777	0.0453
		Mín.	-0.0808	-1.9334	-0.0268	2.2070	-0.0480
		Dif.	0.0779	3.0341	0.0241	6.4708	0.0932
2.750	3.025	Máx.	0.0075	5.9143	-0.0012	7.8661	0.0381
		Mín.	-0.0650	-0.4344	-0.0222	2.2129	-0.0397
		Dif.	0.0725	6.3488	0.0210	5.6533	0.0778
2.750	3.275	Máx.	0.0287	11.1732	0.0008	5.7426	0.0323
		Mín.	-0.0556	1.0674	-0.0158	1.5630	-0.0322
		Dif.	0.0842	10.1057	0.0166	4.1796	0.0645
2.750	3.525	Máx.	0.5378	16.5245	-0.0010	2.8107	0.0611
		Mín.	-0.5046	2.5610	-0.0254	0.5271	-0.0553
		Dif.	1.0424	13.9635	0.0243	2.2836	0.1165
2.750	3.750	Máx.	0.5378	19.2409	-0.0010	1.6320	0.1825
		Mín.	-0.5046	3.3026	-0.0254	-4.5242	-0.1650
		Dif.	1.0424	15.9382	0.0243	6.1562	0.3475
3.000	0.300	Máx.	0.3682	-4.8900	0.0533	-2.5226	0.0719
		Mín.	-0.3508	-19.8796	0.0141	-10.4285	-0.0769
		Dif.	0.7190	14.9896	0.0392	7.9059	0.1488
3.000	0.525	Máx.	0.3682	-4.2308	0.0533	-0.8053	0.0173
		Mín.	-0.3508	-17.5573	0.0141	-3.4536	-0.0191
		Dif.	0.7190	13.3265	0.0392	2.6483	0.0364
3.000	0.775	Máx.	0.1198	-2.7604	0.0017	0.3923	0.0367
		Mín.	-0.1267	-12.3884	-0.0075	-0.0601	-0.0391
		Dif.	0.2464	9.6280	0.0093	0.4524	0.0758
3.000	1.025	Máx.	0.5001	-1.1055	-0.0141	2.7866	0.0712
		Mín.	-0.4716	-6.5817	-0.0555	0.5857	-0.0719
		Dif.	0.9717	5.4762	0.0415	2.2009	0.1432
3.000	1.175	Máx.	0.5001	-0.2617	-0.0141	3.7792	0.1751
		Mín.	-0.4716	-3.6216	-0.0555	0.6565	-0.1655
		Dif.	0.9717	3.3599	0.0415	3.1227	0.3406
3.000	1.425	Máx.	0.6948	-6.5587	0.0932	-3.3699	0.1320
		Mín.	-0.5783	-25.8414	0.0257	-12.7775	-0.1561
		Dif.	1.2730	19.2827	0.0675	9.4076	0.2882
3.000	1.525	Máx.	0.6948	-6.2576	0.0932	-1.7531	0.0175
		Mín.	-0.5783	-24.3234	0.0257	-6.9596	-0.0241
		Dif.	1.2730	18.0658	0.0675	5.2065	0.0416
3.000	1.775	Máx.	0.1295	-5.3931	0.0140	-0.1230	0.0366
		Mín.	-0.1124	-20.2970	-0.0005	-1.9094	-0.0346
		Dif.	0.2418	14.9039	0.0144	1.7865	0.0712

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
3.000	2.025	Máx.	0.0259	-4.1517	0.0035	3.2497	0.0490
		Mín.	-0.0450	-15.1618	-0.0080	-0.1099	-0.0471
		Dif.	0.0709	11.0101	0.0115	3.3597	0.0961
3.000	2.275	Máx.	-0.0059	-2.6514	0.0020	6.3745	0.0517
		Mín.	-0.0466	-9.9030	-0.0101	1.2911	-0.0517
		Dif.	0.0408	7.2516	0.0121	5.0833	0.1034
3.000	2.525	Máx.	-0.0090	-1.1511	0.0016	8.1801	0.0499
		Mín.	-0.0550	-4.6415	-0.0118	1.8993	-0.0518
		Dif.	0.0460	3.4904	0.0133	6.2808	0.1016
3.000	2.775	Máx.	0.0051	1.1085	0.0017	8.6798	0.0448
		Mín.	-0.0523	-1.9264	-0.0119	2.2072	-0.0481
		Dif.	0.0574	3.0349	0.0136	6.4727	0.0930
3.000	3.025	Máx.	0.0136	5.9386	0.0024	7.8663	0.0370
		Mín.	-0.0454	-0.4253	-0.0112	2.2147	-0.0410
		Dif.	0.0590	6.3639	0.0135	5.6515	0.0780
3.000	3.275	Máx.	0.0378	11.1928	0.0039	5.7326	0.0310
		Mín.	-0.0514	1.0824	-0.0102	1.5648	-0.0343
		Dif.	0.0892	10.1103	0.0141	4.1678	0.0653
3.000	3.525	Máx.	0.5727	16.2100	0.0201	2.7972	0.0596
		Mín.	-0.5361	2.5913	-0.0080	0.5203	-0.0587
		Dif.	1.1088	13.6187	0.0281	2.2769	0.1183
3.000	3.750	Máx.	0.5727	18.6064	0.0201	1.6062	0.1818
		Mín.	-0.5361	3.3436	-0.0080	-4.3650	-0.1720
		Dif.	1.1088	15.2628	0.0281	5.9712	0.3538
3.250	0.300	Máx.	0.3681	-5.4342	-0.0149	-2.6900	0.0812
		Mín.	-0.3786	-21.6874	-0.0537	-10.9778	-0.0814
		Dif.	0.7467	16.2533	0.0389	8.2878	0.1626
3.250	0.525	Máx.	0.3681	-4.5242	-0.0149	-0.7950	0.0174
		Mín.	-0.3786	-18.5317	-0.0537	-3.4135	-0.0193
		Dif.	0.7467	14.0075	0.0389	2.6185	0.0367
3.250	0.775	Máx.	0.1255	-2.8293	0.0083	0.3988	0.0361
		Mín.	-0.1320	-12.6259	-0.0009	-0.0582	-0.0390
		Dif.	0.2575	9.7965	0.0091	0.4570	0.0751
3.250	1.025	Máx.	0.5248	-1.4556	0.0578	2.8593	0.0737
		Mín.	-0.5024	-7.7898	0.0150	0.6065	-0.0751
		Dif.	1.0272	6.3342	0.0429	2.2528	0.1488
3.250	1.175	Máx.	0.5248	-0.8666	0.0578	4.4320	0.1851
		Mín.	-0.5024	-5.7038	0.0150	0.8461	-0.1786
		Dif.	1.0272	4.8372	0.0429	3.5860	0.3636
3.250	1.425	Máx.	0.7170	-7.5750	-0.0269	-3.6217	0.1487
		Mín.	-0.6119	-29.3264	-0.0984	-13.6361	-0.1667
		Dif.	1.3289	21.7514	0.0715	10.0143	0.3155
3.250	1.525	Máx.	0.7170	-6.8475	-0.0269	-1.7768	0.0223
		Mín.	-0.6119	-26.3414	-0.0984	-7.0397	-0.0265
		Dif.	1.3289	19.4939	0.0715	5.2629	0.0488
3.250	1.775	Máx.	0.1362	-5.4792	-0.0024	-0.1130	0.0367
		Mín.	-0.1145	-20.5890	-0.0216	-1.8941	-0.0336
		Dif.	0.2508	15.1097	0.0192	1.7811	0.0703
3.250	2.025	Máx.	0.0308	-4.1592	0.0030	3.2605	0.0494
		Mín.	-0.0396	-15.1799	-0.0070	-0.1035	-0.0465
		Dif.	0.0704	11.0207	0.0100	3.3639	0.0959
3.250	2.275	Máx.	0.0001	-2.6568	0.0035	6.3795	0.0520
		Mín.	-0.0281	-9.9063	-0.0064	1.2924	-0.0512
		Dif.	0.0282	7.2495	0.0099	5.0871	0.1032

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
3.250	2.525	Máx.	-0.0029	-1.1561	0.0035	8.1844	0.0499
		Mín.	-0.0344	-4.6418	-0.0067	1.9002	-0.0514
		Dif.	0.0315	3.4857	0.0102	6.2842	0.1013
3.250	2.775	Máx.	0.0110	1.1126	0.0038	8.6836	0.0445
		Mín.	-0.0364	-1.9195	-0.0069	2.2078	-0.0480
		Dif.	0.0474	3.0321	0.0107	6.4758	0.0926
3.250	3.025	Máx.	0.0182	5.9462	0.0043	7.8698	0.0365
		Mín.	-0.0370	-0.4184	-0.0071	2.2150	-0.0412
		Dif.	0.0552	6.3647	0.0114	5.6549	0.0777
3.250	3.275	Máx.	0.0470	11.2311	0.0051	5.7420	0.0307
		Mín.	-0.0520	1.0798	-0.0082	1.5725	-0.0352
		Dif.	0.0989	10.1512	0.0133	4.1695	0.0659
3.250	3.525	Máx.	0.6048	16.6393	0.0045	2.7972	0.0622
		Mín.	-0.5718	2.5562	-0.0276	0.5344	-0.0634
		Dif.	1.1766	14.0831	0.0320	2.2628	0.1256
3.250	3.750	Máx.	0.6048	19.3962	0.0045	1.6270	0.1930
		Mín.	-0.5718	3.2845	-0.0276	-4.5852	-0.1874
		Dif.	1.1766	16.1117	0.0320	6.2122	0.3805
3.500	0.300	Máx.	0.3749	-4.8598	0.0500	-2.5180	0.0810
		Mín.	-0.3928	-19.9104	0.0168	-10.4377	-0.0827
		Dif.	0.7678	15.0505	0.0332	7.9197	0.1637
3.500	0.525	Máx.	0.3749	-4.2201	0.0500	-0.8102	0.0164
		Mín.	-0.3928	-17.5820	0.0168	-3.4531	-0.0203
		Dif.	0.7678	13.3619	0.0332	2.6429	0.0366
3.500	0.775	Máx.	0.1387	-2.7703	0.0034	0.3940	0.0349
		Mín.	-0.1279	-12.4217	-0.0042	-0.0586	-0.0393
		Dif.	0.2666	9.6513	0.0076	0.4526	0.0742
3.500	1.025	Máx.	0.5716	-1.1108	-0.0132	2.7987	0.0741
		Mín.	-0.5012	-6.6984	-0.0439	0.5888	-0.0738
		Dif.	1.0728	5.5876	0.0307	2.2099	0.1480
3.500	1.175	Máx.	0.5716	-0.2612	-0.0132	3.8429	0.1874
		Mín.	-0.5012	-3.8070	-0.0439	0.6600	-0.1763
		Dif.	1.0728	3.5459	0.0307	3.1829	0.3637
3.500	1.425	Máx.	0.6977	-6.6319	0.0728	-3.3848	0.1509
		Mín.	-0.6659	-26.1325	0.0218	-12.8738	-0.1634
		Dif.	1.3636	19.5006	0.0510	9.4890	0.3142
3.500	1.525	Máx.	0.6977	-6.3103	0.0728	-1.7633	0.0229
		Mín.	-0.6659	-24.5339	0.0218	-6.9897	-0.0252
		Dif.	1.3636	18.2236	0.0510	5.2263	0.0481
3.500	1.775	Máx.	0.1242	-5.4158	0.0068	-0.1288	0.0356
		Mín.	-0.1268	-20.3892	-0.0008	-1.9034	-0.0343
		Dif.	0.2510	14.9735	0.0076	1.7745	0.0699
3.500	2.025	Máx.	0.0306	-4.1699	0.0029	3.2563	0.0485
		Mín.	-0.0397	-15.2021	-0.0055	-0.1037	-0.0469
		Dif.	0.0704	11.0321	0.0084	3.3600	0.0954
3.500	2.275	Máx.	0.0034	-2.6661	0.0034	6.3830	0.0515
		Mín.	-0.0179	-9.9208	-0.0048	1.2932	-0.0512
		Dif.	0.0213	7.2547	0.0083	5.0898	0.1028
3.500	2.525	Máx.	0.0012	-1.1618	0.0040	8.1888	0.0496
		Mín.	-0.0212	-4.6438	-0.0044	1.9012	-0.0513
		Dif.	0.0223	3.4820	0.0084	6.2876	0.1009
3.500	2.775	Máx.	0.0152	1.1183	0.0043	8.6875	0.0443
		Mín.	-0.0303	-1.9128	-0.0045	2.2085	-0.0479
		Dif.	0.0455	3.0311	0.0088	6.4790	0.0921

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
3.500	3.025	Máx.	0.0216	5.9653	0.0047	7.8713	0.0362
		Mín.	-0.0317	-0.4102	-0.0051	2.2152	-0.0410
		Dif.	0.0534	6.3755	0.0098	5.6561	0.0772
3.500	3.275	Máx.	0.0523	11.2439	0.0052	5.7329	0.0302
		Mín.	-0.0520	1.0916	-0.0054	1.5747	-0.0348
		Dif.	0.1043	10.1524	0.0106	4.1582	0.0650
3.500	3.525	Máx.	0.6254	16.3159	0.0124	2.7835	0.0622
		Mín.	-0.5939	2.5682	-0.0016	0.5281	-0.0633
		Dif.	1.2193	13.7477	0.0140	2.2554	0.1254
3.500	3.750	Máx.	0.6254	18.7508	0.0124	1.6110	0.1939
		Mín.	-0.5939	3.2941	-0.0016	-4.4246	-0.1883
		Dif.	1.2193	15.4567	0.0140	6.0356	0.3822
3.750	0.300	Máx.	0.3932	-5.4428	-0.0143	-2.7017	0.0856
		Mín.	-0.3903	-21.5808	-0.0470	-10.9415	-0.0904
		Dif.	0.7835	16.1381	0.0326	8.2398	0.1760
3.750	0.525	Máx.	0.3932	-4.5387	-0.0143	-0.8028	0.0169
		Mín.	-0.3903	-18.4628	-0.0470	-3.4115	-0.0212
		Dif.	0.7835	13.9241	0.0326	2.6087	0.0380
3.750	0.775	Máx.	0.1462	-2.8482	0.0058	0.3984	0.0351
		Mín.	-0.1289	-12.5840	-0.0003	-0.0568	-0.0392
		Dif.	0.2751	9.7359	0.0060	0.4553	0.0743
3.750	1.025	Máx.	0.5924	-1.4688	0.0477	2.8479	0.0780
		Mín.	-0.5171	-7.6850	0.0154	0.6097	-0.0759
		Dif.	1.1095	6.2162	0.0323	2.2383	0.1539
3.750	1.175	Máx.	0.5924	-0.8757	0.0477	4.3771	0.2001
		Mín.	-0.5171	-5.5466	0.0154	0.8517	-0.1849
		Dif.	1.1095	4.6709	0.0323	3.5254	0.3850
3.750	1.425	Máx.	0.7030	-7.5296	-0.0245	-3.6337	0.1627
		Mín.	-0.6881	-29.1573	-0.0834	-13.5944	-0.1759
		Dif.	1.3911	21.6276	0.0589	9.9608	0.3386
3.750	1.525	Máx.	0.7030	-6.8209	-0.0245	-1.7869	0.0264
		Mín.	-0.6881	-26.2441	-0.0834	-7.0372	-0.0286
		Dif.	1.3911	19.4231	0.0589	5.2502	0.0549
3.750	1.775	Máx.	0.1233	-5.4772	-0.0022	-0.1199	0.0345
		Mín.	-0.1333	-20.5847	-0.0145	-1.8892	-0.0340
		Dif.	0.2566	15.1075	0.0123	1.7693	0.0685
3.750	2.025	Máx.	0.0310	-4.1755	0.0026	3.2628	0.0477
		Mín.	-0.0402	-15.1970	-0.0037	-0.0994	-0.0471
		Dif.	0.0712	11.0215	0.0063	3.3623	0.0948
3.750	2.275	Máx.	0.0052	-2.6707	0.0034	6.3859	0.0510
		Mín.	-0.0150	-9.9185	-0.0030	1.2940	-0.0514
		Dif.	0.0202	7.2478	0.0064	5.0919	0.1024
3.750	2.525	Máx.	0.0037	-1.1668	0.0037	8.1920	0.0493
		Mín.	-0.0138	-4.6434	-0.0029	1.9020	-0.0514
		Dif.	0.0176	3.4766	0.0066	6.2900	0.1006
3.750	2.775	Máx.	0.0180	1.1200	0.0041	8.6904	0.0441
		Mín.	-0.0266	-1.9060	-0.0029	2.2092	-0.0477
		Dif.	0.0446	3.0261	0.0070	6.4812	0.0918
3.750	3.025	Máx.	0.0241	5.9640	0.0043	7.8732	0.0362
		Mín.	-0.0286	-0.4021	-0.0032	2.2156	-0.0408
		Dif.	0.0527	6.3661	0.0075	5.6576	0.0770
3.750	3.275	Máx.	0.0568	11.2490	0.0040	5.7396	0.0309
		Mín.	-0.0530	1.1011	-0.0038	1.5817	-0.0351
		Dif.	0.1098	10.1479	0.0078	4.1579	0.0660

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
3.750	3.525	Máx.	0.6413	16.6252	0.0008	2.7808	0.0660
		Mín.	-0.6087	2.5907	-0.0196	0.5444	-0.0664
		Dif.	1.2500	14.0345	0.0204	2.2364	0.1324
3.750	3.750	Máx.	0.6413	19.3534	0.0008	1.5960	0.2064
		Mín.	-0.6087	3.3288	-0.0196	-4.5738	-0.1989
		Dif.	1.2500	16.0246	0.0204	6.1698	0.4052
4.000	0.300	Máx.	0.4013	-4.9297	0.0523	-2.5478	0.0867
		Mín.	-0.4017	-19.8604	0.0143	-10.4138	-0.0881
		Dif.	0.8030	14.9306	0.0380	7.8660	0.1748
4.000	0.525	Máx.	0.4013	-4.2699	0.0523	-0.8167	0.0172
		Mín.	-0.4017	-17.5352	0.0143	-3.4459	-0.0203
		Dif.	0.8030	13.2654	0.0380	2.6291	0.0375
4.000	0.775	Máx.	0.1435	-2.7985	0.0000	0.3929	0.0353
		Mín.	-0.1349	-12.3647	-0.0056	-0.0572	-0.0384
		Dif.	0.2785	9.5662	0.0056	0.4501	0.0737
4.000	1.025	Máx.	0.5700	-1.1406	-0.0150	2.7811	0.0766
		Mín.	-0.5389	-6.5648	-0.0546	0.5934	-0.0760
		Dif.	1.1089	5.4242	0.0396	2.1877	0.1526
4.000	1.175	Máx.	0.5700	-0.2941	-0.0150	3.7704	0.1935
		Mín.	-0.5389	-3.6102	-0.0546	0.6731	-0.1857
		Dif.	1.1089	3.3162	0.0396	3.0973	0.3792
4.000	1.425	Máx.	0.7407	-6.5774	0.0935	-3.4002	0.1622
		Mín.	-0.6839	-25.9189	0.0270	-12.8119	-0.1709
		Dif.	1.4247	19.3415	0.0665	9.4117	0.3330
4.000	1.525	Máx.	0.7407	-6.2752	0.0935	-1.7747	0.0267
		Mín.	-0.6839	-24.3967	0.0270	-6.9771	-0.0272
		Dif.	1.4247	18.1215	0.0665	5.2024	0.0539
4.000	1.775	Máx.	0.1326	-5.4075	0.0162	-0.1358	0.0353
		Mín.	-0.1271	-20.3583	0.0035	-1.8969	-0.0335
		Dif.	0.2598	14.9508	0.0127	1.7611	0.0688
4.000	2.025	Máx.	0.0326	-4.1854	0.0024	3.2578	0.0477
		Mín.	-0.0384	-15.2057	-0.0019	-0.0998	-0.0470
		Dif.	0.0710	11.0203	0.0043	3.3577	0.0947
4.000	2.275	Máx.	0.0062	-2.6793	0.0025	6.3879	0.0506
		Mín.	-0.0136	-9.9269	-0.0021	1.2945	-0.0515
		Dif.	0.0198	7.2476	0.0046	5.0933	0.1021
4.000	2.525	Máx.	0.0054	-1.1725	0.0031	8.1948	0.0490
		Mín.	-0.0121	-4.6440	-0.0019	1.9027	-0.0514
		Dif.	0.0175	3.4715	0.0050	6.2921	0.1004
4.000	2.775	Máx.	0.0198	1.1231	0.0034	8.6928	0.0439
		Mín.	-0.0245	-1.8987	-0.0020	2.2097	-0.0476
		Dif.	0.0442	3.0218	0.0054	6.4831	0.0915
4.000	3.025	Máx.	0.0255	5.9755	0.0034	7.8735	0.0362
		Mín.	-0.0266	-0.3927	-0.0024	2.2157	-0.0406
		Dif.	0.0520	6.3682	0.0058	5.6579	0.0768
4.000	3.275	Máx.	0.0584	11.2455	0.0040	5.7306	0.0310
		Mín.	-0.0522	1.1177	-0.0027	1.5838	-0.0351
		Dif.	0.1106	10.1277	0.0067	4.1469	0.0662
4.000	3.525	Máx.	0.6496	16.2727	0.0238	2.7659	0.0655
		Mín.	-0.6180	2.6231	-0.0023	0.5396	-0.0668
		Dif.	1.2675	13.6497	0.0262	2.2263	0.1323
4.000	3.750	Máx.	0.6496	18.6722	0.0238	1.5670	0.2031
		Mín.	-0.6180	3.3712	-0.0023	-4.3953	-0.1990
		Dif.	1.2675	15.3010	0.0262	5.9623	0.4021

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
4.250	0.300	Máx.	0.3993	-5.4707	-0.0157	-2.7191	0.0934
		Mín.	-0.4159	-21.6198	-0.0534	-10.9503	-0.0917
		Dif.	0.8152	16.1491	0.0377	8.2312	0.1850
4.250	0.525	Máx.	0.3993	-4.5658	-0.0157	-0.8105	0.0177
		Mín.	-0.4159	-18.4758	-0.0534	-3.4079	-0.0206
		Dif.	0.8152	13.9100	0.0377	2.5973	0.0384
4.250	0.775	Máx.	0.1459	-2.8759	0.0055	0.3954	0.0348
		Mín.	-0.1389	-12.5783	0.0002	-0.0581	-0.0383
		Dif.	0.2848	9.7023	0.0053	0.4534	0.0732
4.250	1.025	Máx.	0.5846	-1.5040	0.0546	2.8433	0.0783
		Mín.	-0.5581	-7.7344	0.0157	0.6148	-0.0786
		Dif.	1.1427	6.2304	0.0389	2.2285	0.1570
4.250	1.175	Máx.	0.5846	-0.9170	0.0546	4.3991	0.2010
		Mín.	-0.5581	-5.6440	0.0157	0.8681	-0.1964
		Dif.	1.1427	4.7269	0.0389	3.5310	0.3974
4.250	1.425	Máx.	0.7490	-7.5773	-0.0276	-3.6540	0.1749
		Mín.	-0.7029	-29.3425	-0.0951	-13.6424	-0.1791
		Dif.	1.4519	21.7652	0.0675	9.9884	0.3540
4.250	1.525	Máx.	0.7490	-6.8512	-0.0276	-1.7988	0.0300
		Mín.	-0.7029	-26.3618	-0.0951	-7.0433	-0.0292
		Dif.	1.4519	19.5106	0.0675	5.2445	0.0592
4.250	1.775	Máx.	0.1334	-5.4846	-0.0047	-0.1254	0.0350
		Mín.	-0.1287	-20.6145	-0.0175	-1.8791	-0.0332
		Dif.	0.2621	15.1299	0.0128	1.7536	0.0682
4.250	2.025	Máx.	0.0324	-4.1904	0.0011	3.2677	0.0473
		Mín.	-0.0376	-15.2029	-0.0017	-0.0934	-0.0471
		Dif.	0.0700	11.0125	0.0028	3.3611	0.0944
4.250	2.275	Máx.	0.0066	-2.6831	0.0021	6.3908	0.0502
		Mín.	-0.0125	-9.9198	-0.0011	1.2954	-0.0516
		Dif.	0.0191	7.2366	0.0031	5.0954	0.1018
4.250	2.525	Máx.	0.0065	-1.1775	0.0024	8.1969	0.0487
		Mín.	-0.0112	-4.6420	-0.0011	1.9032	-0.0514
		Dif.	0.0178	3.4645	0.0036	6.2937	0.1001
4.250	2.775	Máx.	0.0209	1.1226	0.0027	8.6947	0.0437
		Mín.	-0.0234	-1.8909	-0.0013	2.2100	-0.0474
		Dif.	0.0443	3.0136	0.0040	6.4847	0.0912
4.250	3.025	Máx.	0.0260	5.9708	0.0028	7.8760	0.0362
		Mín.	-0.0253	-0.3849	-0.0016	2.2158	-0.0403
		Dif.	0.0513	6.3557	0.0044	5.6603	0.0765
4.250	3.275	Máx.	0.0611	11.2620	0.0029	5.7410	0.0312
		Mín.	-0.0543	1.1190	-0.0029	1.5918	-0.0351
		Dif.	0.1155	10.1430	0.0058	4.1492	0.0663
4.250	3.525	Máx.	0.6674	16.6684	0.0022	2.7643	0.0679
		Mín.	-0.6404	2.6004	-0.0232	0.5564	-0.0696
		Dif.	1.3078	14.0681	0.0254	2.2080	0.1375
4.250	3.750	Máx.	0.6674	19.4219	0.0022	1.5785	0.2125
		Mín.	-0.6404	3.3306	-0.0232	-4.5956	-0.2103
		Dif.	1.3078	16.0913	0.0254	6.1742	0.4228
4.500	0.300	Máx.	0.4049	-4.9188	0.0479	-2.5538	0.0904
		Mín.	-0.4198	-19.8508	0.0152	-10.4095	-0.0907
		Dif.	0.8247	14.9320	0.0327	7.8557	0.1811
4.500	0.525	Máx.	0.4049	-4.2745	0.0479	-0.8254	0.0173
		Mín.	-0.4198	-17.5228	0.0152	-3.4445	-0.0206
		Dif.	0.8247	13.2483	0.0327	2.6191	0.0379

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
4.500	0.775	Máx.	0.1515	-2.8191	-0.0011	0.3892	0.0340
		Mín.	-0.1390	-12.3550	-0.0066	-0.0594	-0.0384
		Dif.	0.2905	9.5359	0.0055	0.4486	0.0723
4.500	1.025	Máx.	0.6170	-1.1605	-0.0162	2.7754	0.0773
		Mín.	-0.5605	-6.6046	-0.0505	0.5971	-0.0770
		Dif.	1.1775	5.4441	0.0342	2.1783	0.1543
4.500	1.175	Máx.	0.6170	-0.3128	-0.0162	3.7880	0.1988
		Mín.	-0.5605	-3.6939	-0.0505	0.6823	-0.1913
		Dif.	1.1775	3.3810	0.0342	3.1057	0.3901
4.500	1.425	Máx.	0.7305	-6.6182	0.0793	-3.4148	0.1706
		Mín.	-0.7380	-26.0827	0.0235	-12.8539	-0.1730
		Dif.	1.4685	19.4645	0.0558	9.4391	0.3437
4.500	1.525	Máx.	0.7305	-6.3018	0.0793	-1.7844	0.0283
		Mín.	-0.7380	-24.5048	0.0235	-6.9823	-0.0274
		Dif.	1.4685	18.2030	0.0558	5.1979	0.0557
4.500	1.775	Máx.	0.1254	-5.4143	0.0115	-0.1407	0.0342
		Mín.	-0.1385	-20.3887	0.0035	-1.8865	-0.0343
		Dif.	0.2639	14.9743	0.0079	1.7458	0.0684
4.500	2.025	Máx.	0.0307	-4.1985	0.0009	3.2630	0.0466
		Mín.	-0.0385	-15.2099	-0.0006	-0.0935	-0.0476
		Dif.	0.0692	11.0114	0.0015	3.3565	0.0942
4.500	2.275	Máx.	0.0065	-2.6908	0.0013	6.3922	0.0498
		Mín.	-0.0117	-9.9261	-0.0006	1.2957	-0.0517
		Dif.	0.0182	7.2353	0.0019	5.0965	0.1015
4.500	2.525	Máx.	0.0073	-1.1829	0.0017	8.1988	0.0484
		Mín.	-0.0107	-4.6418	-0.0005	1.9036	-0.0513
		Dif.	0.0181	3.4589	0.0023	6.2951	0.0998
4.500	2.775	Máx.	0.0214	1.1250	0.0019	8.6964	0.0436
		Mín.	-0.0228	-1.8835	-0.0007	2.2103	-0.0472
		Dif.	0.0443	3.0085	0.0026	6.4861	0.0908
4.500	3.025	Máx.	0.0260	5.9811	0.0017	7.8762	0.0361
		Mín.	-0.0248	-0.3763	-0.0011	2.2156	-0.0399
		Dif.	0.0508	6.3574	0.0028	5.6606	0.0760
4.500	3.275	Máx.	0.0634	11.2596	0.0018	5.7326	0.0310
		Mín.	-0.0578	1.1324	-0.0014	1.5942	-0.0342
		Dif.	0.1212	10.1272	0.0032	4.1384	0.0652
4.500	3.525	Máx.	0.6798	16.3187	0.0173	2.7498	0.0668
		Mín.	-0.6591	2.6213	-0.0004	0.5520	-0.0676
		Dif.	1.3389	13.6974	0.0176	2.1978	0.1344
4.500	3.750	Máx.	0.6798	18.7429	0.0173	1.5559	0.2091
		Mín.	-0.6591	3.3554	-0.0004	-4.4185	-0.2060
		Dif.	1.3389	15.3876	0.0176	5.9744	0.4152
4.750	0.300	Máx.	0.4032	-5.5044	-0.0162	-2.7350	0.0930
		Mín.	-0.4191	-21.5355	-0.0501	-10.9140	-0.0963
		Dif.	0.8223	16.0310	0.0339	8.1790	0.1893
4.750	0.525	Máx.	0.4032	-4.5907	-0.0162	-0.8153	0.0177
		Mín.	-0.4191	-18.4072	-0.0501	-3.4000	-0.0216
		Dif.	0.8223	13.8165	0.0339	2.5846	0.0393
4.750	0.775	Máx.	0.1495	-2.8905	0.0026	0.3927	0.0341
		Mín.	-0.1417	-12.5156	0.0002	-0.0582	-0.0382
		Dif.	0.2912	9.6250	0.0024	0.4509	0.0723
4.750	1.025	Máx.	0.6144	-1.5140	0.0447	2.8239	0.0799
		Mín.	-0.5662	-7.6143	0.0150	0.6165	-0.0790
		Dif.	1.1806	6.1003	0.0297	2.2074	0.1588

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
4.750	1.175	Máx.	0.6144	-0.9239	0.0447	4.3332	0.2073
		Mín.	-0.5662	-5.4766	0.0150	0.8716	-0.1978
		Dif.	1.1806	4.5526	0.0297	3.4616	0.4052
4.750	1.425	Máx.	0.7280	-7.5250	-0.0237	-3.6603	0.1768
		Mín.	-0.7350	-29.1501	-0.0804	-13.5832	-0.1829
		Dif.	1.4630	21.6251	0.0567	9.9229	0.3597
4.750	1.525	Máx.	0.7280	-6.8170	-0.0237	-1.8060	0.0297
		Mín.	-0.7350	-26.2375	-0.0804	-7.0283	-0.0304
		Dif.	1.4630	19.4206	0.0567	5.2223	0.0601
4.750	1.775	Máx.	0.1244	-5.4747	-0.0034	-0.1309	0.0334
		Mín.	-0.1366	-20.5816	-0.0107	-1.8711	-0.0341
		Dif.	0.2609	15.1070	0.0073	1.7402	0.0674
4.750	2.025	Máx.	0.0305	-4.2009	0.0017	3.2697	0.0462
		Mín.	-0.0374	-15.1976	-0.0001	-0.0887	-0.0476
		Dif.	0.0678	10.9967	0.0018	3.3584	0.0938
4.750	2.275	Máx.	0.0066	-2.6937	0.0019	6.3937	0.0495
		Mín.	-0.0110	-9.9187	0.0002	1.2962	-0.0517
		Dif.	0.0176	7.2250	0.0017	5.0975	0.1012
4.750	2.525	Máx.	0.0078	-1.1875	0.0016	8.2000	0.0483
		Mín.	-0.0106	-4.6399	0.0001	1.9039	-0.0512
		Dif.	0.0184	3.4525	0.0015	6.2961	0.0995
4.750	2.775	Máx.	0.0216	1.1248	0.0015	8.6974	0.0437
		Mín.	-0.0226	-1.8766	-0.0001	2.2104	-0.0470
		Dif.	0.0442	3.0014	0.0016	6.4870	0.0907
4.750	3.025	Máx.	0.0258	5.9750	0.0016	7.8772	0.0364
		Mín.	-0.0247	-0.3693	-0.0003	2.2156	-0.0397
		Dif.	0.0504	6.3444	0.0020	5.6616	0.0760
4.750	3.275	Máx.	0.0625	11.2600	0.0006	5.7400	0.0317
		Mín.	-0.0579	1.1380	-0.0006	1.6014	-0.0343
		Dif.	0.1204	10.1220	0.0013	4.1386	0.0661
4.750	3.525	Máx.	0.6774	16.6310	-0.0013	2.7474	0.0696
		Mín.	-0.6583	2.6292	-0.0170	0.5688	-0.0696
		Dif.	1.3357	14.0018	0.0157	2.1786	0.1392
4.750	3.750	Máx.	0.6774	19.3552	-0.0013	1.5488	0.2177
		Mín.	-0.6583	3.3669	-0.0170	-4.5717	-0.2127
		Dif.	1.3357	15.9884	0.0157	6.1205	0.4304
5.000	0.300	Máx.	0.4072	-4.9388	0.0540	-2.5659	0.0917
		Mín.	-0.4195	-19.7662	0.0160	-10.3755	-0.0915
		Dif.	0.8266	14.8275	0.0381	7.8096	0.1832
5.000	0.525	Máx.	0.4072	-4.2908	0.0540	-0.8304	0.0182
		Mín.	-0.4195	-17.4568	0.0160	-3.4382	-0.0200
		Dif.	0.8266	13.1660	0.0381	2.6078	0.0382
5.000	0.775	Máx.	0.1431	-2.8312	-0.0017	0.3867	0.0346
		Mín.	-0.1472	-12.3016	-0.0068	-0.0590	-0.0374
		Dif.	0.2903	9.4704	0.0052	0.4457	0.0720
5.000	1.025	Máx.	0.5864	-1.1715	-0.0157	2.7592	0.0772
		Mín.	-0.5824	-6.4997	-0.0561	0.5979	-0.0784
		Dif.	1.1687	5.3282	0.0404	2.1613	0.1557
5.000	1.175	Máx.	0.5864	-0.3231	-0.0157	3.7299	0.1971
		Mín.	-0.5824	-3.5435	-0.0561	0.6857	-0.1953
		Dif.	1.1687	3.2204	0.0404	3.0443	0.3924
5.000	1.425	Máx.	0.7551	-6.5716	0.0950	-3.4196	0.1710
		Mín.	-0.7150	-25.9090	0.0275	-12.8009	-0.1749
		Dif.	1.4701	19.3374	0.0676	9.3813	0.3459

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
5.000	1.525	Máx.	0.7551	-6.2707	0.0950	-1.7904	0.0283
		Mín.	-0.7150	-24.3902	0.0275	-6.9687	-0.0283
		Dif.	1.4701	18.1196	0.0676	5.1784	0.0566
5.000	1.775	Máx.	0.1340	-5.4047	0.0181	-0.1456	0.0344
		Mín.	-0.1274	-20.3562	0.0046	-1.8793	-0.0338
		Dif.	0.2614	14.9515	0.0134	1.7338	0.0682
5.000	2.025	Máx.	0.0320	-4.2069	0.0023	3.2647	0.0465
		Mín.	-0.0346	-15.2047	0.0003	-0.0892	-0.0474
		Dif.	0.0666	10.9978	0.0020	3.3538	0.0939
5.000	2.275	Máx.	0.0068	-2.6999	0.0014	6.3947	0.0495
		Mín.	-0.0103	-9.9250	0.0002	1.2964	-0.0516
		Dif.	0.0171	7.2250	0.0012	5.0983	0.1011
5.000	2.525	Máx.	0.0081	-1.1920	0.0016	8.2014	0.0483
		Mín.	-0.0106	-4.6399	0.0004	1.9041	-0.0511
		Dif.	0.0188	3.4478	0.0012	6.2973	0.0994
5.000	2.775	Máx.	0.0216	1.1270	0.0013	8.6985	0.0437
		Mín.	-0.0226	-1.8704	0.0004	2.2104	-0.0468
		Dif.	0.0443	2.9975	0.0010	6.4881	0.0905
5.000	3.025	Máx.	0.0254	5.9848	0.0008	7.8771	0.0365
		Mín.	-0.0247	-0.3630	0.0002	2.2153	-0.0395
		Dif.	0.0501	6.3478	0.0006	5.6618	0.0761
5.000	3.275	Máx.	0.0616	11.2565	0.0027	5.7313	0.0318
		Mín.	-0.0571	1.1486	-0.0006	1.6032	-0.0344
		Dif.	0.1187	10.1078	0.0033	4.1281	0.0662
5.000	3.525	Máx.	0.6752	16.2809	0.0245	2.7345	0.0678
		Mín.	-0.6541	2.6516	-0.0019	0.5634	-0.0688
		Dif.	1.3293	13.6294	0.0264	2.1711	0.1366
5.000	3.750	Máx.	0.6752	18.6771	0.0245	1.5262	0.2104
		Mín.	-0.6541	3.3968	-0.0019	-4.3959	-0.2078
		Dif.	1.3293	15.2804	0.0264	5.9221	0.4182
5.250	0.300	Máx.	0.4110	-5.4671	-0.0153	-2.7202	0.0949
		Mín.	-0.4136	-21.5574	-0.0529	-10.9178	-0.0940
		Dif.	0.8245	16.0903	0.0376	8.1976	0.1889
5.250	0.525	Máx.	0.4110	-4.5638	-0.0153	-0.8129	0.0191
		Mín.	-0.4136	-18.4151	-0.0529	-3.3967	-0.0198
		Dif.	0.8245	13.8513	0.0376	2.5839	0.0389
5.250	0.775	Máx.	0.1435	-2.8754	0.0058	0.3913	0.0347
		Mín.	-0.1475	-12.5208	0.0014	-0.0595	-0.0371
		Dif.	0.2910	9.6454	0.0044	0.4508	0.0718
5.250	1.025	Máx.	0.5900	-1.5006	0.0547	2.8254	0.0783
		Mín.	-0.5913	-7.6797	0.0157	0.6131	-0.0804
		Dif.	1.1813	6.1791	0.0390	2.2123	0.1587
5.250	1.175	Máx.	0.5900	-0.9107	0.0547	4.3666	0.2017
		Mín.	-0.5913	-5.5904	0.0157	0.8648	-0.2034
		Dif.	1.1813	4.6796	0.0390	3.5018	0.4051
5.250	1.425	Máx.	0.7504	-7.5767	-0.0276	-3.6613	0.1801
		Mín.	-0.7197	-29.3535	-0.0957	-13.6381	-0.1802
		Dif.	1.4700	21.7767	0.0681	9.9769	0.3603
5.250	1.525	Máx.	0.7504	-6.8499	-0.0276	-1.8042	0.0304
		Mín.	-0.7197	-26.3690	-0.0957	-7.0367	-0.0296
		Dif.	1.4700	19.5192	0.0681	5.2326	0.0601
5.250	1.775	Máx.	0.1332	-5.4823	-0.0043	-0.1290	0.0341
		Mín.	-0.1275	-20.6163	-0.0174	-1.8676	-0.0338
		Dif.	0.2607	15.1340	0.0131	1.7386	0.0679

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
5.250	2.025	Máx.	0.0318	-4.1993	0.0008	3.2742	0.0463
		Mín.	-0.0342	-15.2021	-0.0008	-0.0857	-0.0475
		Dif.	0.0660	11.0028	0.0016	3.3599	0.0938
5.250	2.275	Máx.	0.0068	-2.6926	0.0019	6.3968	0.0493
		Mín.	-0.0100	-9.9173	-0.0000	1.2970	-0.0517
		Dif.	0.0168	7.2247	0.0019	5.0998	0.1010
5.250	2.525	Máx.	0.0085	-1.1869	0.0020	8.2023	0.0483
		Mín.	-0.0106	-4.6379	0.0001	1.9042	-0.0511
		Dif.	0.0191	3.4510	0.0020	6.2981	0.0993
5.250	2.775	Máx.	0.0218	1.1259	0.0017	8.6993	0.0438
		Mín.	-0.0227	-1.8734	-0.0000	2.2102	-0.0466
		Dif.	0.0445	2.9993	0.0017	6.4891	0.0904
5.250	3.025	Máx.	0.0254	5.9790	0.0013	7.8793	0.0367
		Mín.	-0.0248	-0.3675	-0.0002	2.2151	-0.0392
		Dif.	0.0502	6.3465	0.0014	5.6642	0.0759
5.250	3.275	Máx.	0.0618	11.2741	0.0013	5.7423	0.0320
		Mín.	-0.0582	1.1345	-0.0026	1.6022	-0.0342
		Dif.	0.1200	10.1396	0.0039	4.1400	0.0662
5.250	3.525	Máx.	0.6791	16.6863	0.0020	2.7463	0.0692
		Mín.	-0.6614	2.6088	-0.0249	0.5686	-0.0705
		Dif.	1.3404	14.0775	0.0269	2.1777	0.1396
5.250	3.750	Máx.	0.6791	19.4431	0.0020	1.5592	0.2161
		Mín.	-0.6614	3.3337	-0.0249	-4.6025	-0.2150
		Dif.	1.3404	16.1094	0.0269	6.1616	0.4311
5.500	0.300	Máx.	0.4037	-4.9037	0.0465	-2.5395	0.0903
		Mín.	-0.4177	-19.8226	0.0146	-10.3842	-0.0904
		Dif.	0.8214	14.9189	0.0319	7.8447	0.1807
5.500	0.525	Máx.	0.4037	-4.2524	0.0465	-0.8174	0.0178
		Mín.	-0.4177	-17.4818	0.0146	-3.4304	-0.0199
		Dif.	0.8214	13.2294	0.0319	2.6130	0.0377
5.500	0.775	Máx.	0.1475	-2.7896	-0.0006	0.3873	0.0341
		Mín.	-0.1420	-12.3033	-0.0056	-0.0604	-0.0375
		Dif.	0.2895	9.5137	0.0050	0.4478	0.0716
5.500	1.025	Máx.	0.6006	-1.1251	-0.0164	2.7612	0.0765
		Mín.	-0.5720	-6.5567	-0.0496	0.5900	-0.0777
		Dif.	1.1726	5.4315	0.0332	2.1712	0.1542
5.500	1.175	Máx.	0.6006	-0.2720	-0.0164	3.7614	0.1953
		Mín.	-0.5720	-3.6478	-0.0496	0.6641	-0.1944
		Dif.	1.1726	3.3757	0.0332	3.0973	0.3897
5.500	1.425	Máx.	0.7196	-6.6209	0.0774	-3.4075	0.1730
		Mín.	-0.7512	-26.1051	0.0230	-12.8532	-0.1703
		Dif.	1.4708	19.4842	0.0544	9.4456	0.3433
5.500	1.525	Máx.	0.7196	-6.3023	0.0774	-1.7796	0.0279
		Mín.	-0.7512	-24.5192	0.0230	-6.9765	-0.0270
		Dif.	1.4708	18.2168	0.0544	5.1969	0.0549
5.500	1.775	Máx.	0.1229	-5.4122	0.0105	-0.1379	0.0332
		Mín.	-0.1378	-20.3918	0.0032	-1.8813	-0.0351
		Dif.	0.2608	14.9797	0.0074	1.7434	0.0684
5.500	2.025	Máx.	0.0301	-4.1950	0.0016	3.2690	0.0455
		Mín.	-0.0363	-15.2086	-0.0010	-0.0894	-0.0482
		Dif.	0.0664	11.0136	0.0025	3.3583	0.0937
5.500	2.275	Máx.	0.0069	-2.6887	0.0020	6.3971	0.0490
		Mín.	-0.0098	-9.9231	-0.0006	1.2970	-0.0520
		Dif.	0.0168	7.2343	0.0026	5.1001	0.1010

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
5.500	2.525	Máx.	0.0089	-1.1815	0.0027	8.2027	0.0482
		Mín.	-0.0101	-4.6381	-0.0003	1.9041	-0.0511
		Dif.	0.0190	3.4566	0.0030	6.2986	0.0994
5.500	2.775	Máx.	0.0223	1.1271	0.0024	8.6996	0.0439
		Mín.	-0.0223	-1.8775	-0.0004	2.2100	-0.0464
		Dif.	0.0446	3.0046	0.0028	6.4896	0.0904
5.500	3.025	Máx.	0.0257	5.9869	0.0020	7.8790	0.0368
		Mín.	-0.0250	-0.3716	-0.0010	2.2147	-0.0387
		Dif.	0.0507	6.3585	0.0030	5.6643	0.0755
5.500	3.275	Máx.	0.0618	11.2703	0.0019	5.7347	0.0318
		Mín.	-0.0603	1.1344	-0.0016	1.5947	-0.0330
		Dif.	0.1221	10.1359	0.0035	4.1400	0.0648
5.500	3.525	Máx.	0.6734	16.3451	0.0137	2.7461	0.0670
		Mín.	-0.6675	2.6192	0.0007	0.5521	-0.0674
		Dif.	1.3410	13.7259	0.0131	2.1941	0.1344
5.500	3.750	Máx.	0.6734	18.7814	0.0137	1.5538	0.2081
		Mín.	-0.6675	3.3508	0.0007	-4.4296	-0.2073
		Dif.	1.3410	15.4305	0.0131	5.9835	0.4155
5.750	0.300	Máx.	0.3932	-5.4451	-0.0151	-2.7034	0.0916
		Mín.	-0.4142	-21.4784	-0.0485	-10.8861	-0.0930
		Dif.	0.8074	16.0334	0.0334	8.1828	0.1846
5.750	0.525	Máx.	0.3932	-4.5370	-0.0151	-0.8038	0.0177
		Mín.	-0.4142	-18.3566	-0.0485	-3.3913	-0.0208
		Dif.	0.8074	13.8196	0.0334	2.5875	0.0385
5.750	0.775	Máx.	0.1444	-2.8421	0.0037	0.3906	0.0347
		Mín.	-0.1408	-12.4719	-0.0005	-0.0606	-0.0376
		Dif.	0.2852	9.6298	0.0042	0.4512	0.0723
5.750	1.025	Máx.	0.5838	-1.4654	0.0451	2.8116	0.0783
		Mín.	-0.5680	-7.5679	0.0147	0.6050	-0.0787
		Dif.	1.1519	6.1025	0.0304	2.2067	0.1570
5.750	1.175	Máx.	0.5838	-0.8755	0.0451	4.3076	0.1997
		Mín.	-0.5680	-5.4267	0.0147	0.8466	-0.1979
		Dif.	1.1519	4.5513	0.0304	3.4610	0.3976
5.750	1.425	Máx.	0.7006	-7.5260	-0.0241	-3.6432	0.1766
		Mín.	-0.7423	-29.1596	-0.0818	-13.5782	-0.1753
		Dif.	1.4429	21.6336	0.0577	9.9350	0.3520
5.750	1.525	Máx.	0.7006	-6.8163	-0.0241	-1.7932	0.0288
		Mín.	-0.7423	-26.2430	-0.0818	-7.0213	-0.0291
		Dif.	1.4429	19.4267	0.0577	5.2281	0.0578
5.750	1.775	Máx.	0.1202	-5.4718	-0.0025	-0.1222	0.0323
		Mín.	-0.1379	-20.5810	-0.0113	-1.8720	-0.0354
		Dif.	0.2581	15.1091	0.0089	1.7498	0.0677
5.750	2.025	Máx.	0.0302	-4.1863	0.0026	3.2746	0.0450
		Mín.	-0.0367	-15.1939	-0.0009	-0.0883	-0.0487
		Dif.	0.0669	11.0076	0.0035	3.3629	0.0937
5.750	2.275	Máx.	0.0075	-2.6806	0.0038	6.3968	0.0488
		Mín.	-0.0094	-9.9144	-0.0005	1.2970	-0.0523
		Dif.	0.0170	7.2338	0.0043	5.0998	0.1011
5.750	2.525	Máx.	0.0094	-1.1757	0.0041	8.2019	0.0483
		Mín.	-0.0091	-4.6367	-0.0006	1.9038	-0.0513
		Dif.	0.0185	3.4610	0.0046	6.2981	0.0995
5.750	2.775	Máx.	0.0229	1.1249	0.0037	8.6987	0.0443
		Mín.	-0.0215	-1.8816	-0.0008	2.2096	-0.0464
		Dif.	0.0444	3.0065	0.0045	6.4891	0.0907

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
5.750	3.025	Máx.	0.0264	5.9767	0.0033	7.8790	0.0374
		Mín.	-0.0250	-0.3762	-0.0013	2.2144	-0.0385
		Dif.	0.0514	6.3528	0.0046	5.6647	0.0759
5.750	3.275	Máx.	0.0598	11.2647	0.0028	5.7425	0.0327
		Mín.	-0.0601	1.1296	-0.0025	1.5917	-0.0329
		Dif.	0.1199	10.1351	0.0053	4.1508	0.0656
5.750	3.525	Máx.	0.6536	16.6470	0.0010	2.7571	0.0688
		Mín.	-0.6602	2.6264	-0.0195	0.5569	-0.0683
		Dif.	1.3139	14.0206	0.0205	2.2003	0.1371
5.750	3.750	Máx.	0.6536	19.3799	0.0010	1.5574	0.2116
		Mín.	-0.6602	3.3699	-0.0195	-4.5759	-0.2109
		Dif.	1.3139	16.0100	0.0205	6.1333	0.4225
6.000	0.300	Máx.	0.3945	-4.8731	0.0546	-2.5244	0.0878
		Mín.	-0.4018	-19.7296	0.0164	-10.3542	-0.0864
		Dif.	0.7963	14.8565	0.0382	7.8298	0.1742
6.000	0.525	Máx.	0.3945	-4.2246	0.0546	-0.8120	0.0183
		Mín.	-0.4018	-17.4184	0.0164	-3.4300	-0.0191
		Dif.	0.7963	13.1939	0.0382	2.6180	0.0374
6.000	0.775	Máx.	0.1369	-2.7648	0.0001	0.3842	0.0358
		Mín.	-0.1425	-12.2634	-0.0056	-0.0633	-0.0370
		Dif.	0.2793	9.4987	0.0057	0.4475	0.0728
6.000	1.025	Máx.	0.5452	-1.1046	-0.0157	2.7479	0.0753
		Mín.	-0.5770	-6.4653	-0.0550	0.5833	-0.0773
		Dif.	1.1222	5.3607	0.0393	2.1647	0.1527
6.000	1.175	Máx.	0.5452	-0.2556	-0.0157	3.7100	0.1870
		Mín.	-0.5770	-3.5111	-0.0550	0.6525	-0.1933
		Dif.	1.1222	3.2555	0.0393	3.0575	0.3803
6.000	1.425	Máx.	0.7028	-6.5727	0.0936	-3.3935	0.1685
		Mín.	-0.7088	-25.9205	0.0271	-12.7942	-0.1633
		Dif.	1.4117	19.3478	0.0666	9.4007	0.3318
6.000	1.525	Máx.	0.7028	-6.2694	0.0936	-1.7696	0.0267
		Mín.	-0.7088	-24.3938	0.0271	-6.9596	-0.0262
		Dif.	1.4117	18.1244	0.0666	5.1900	0.0529
6.000	1.775	Máx.	0.1252	-5.4005	0.0183	-0.1314	0.0330
		Mín.	-0.1276	-20.3494	0.0046	-1.8855	-0.0353
		Dif.	0.2528	14.9488	0.0137	1.7541	0.0683
6.000	2.025	Máx.	0.0322	-4.1820	0.0042	3.2684	0.0451
		Mín.	-0.0346	-15.1956	-0.0007	-0.0923	-0.0489
		Dif.	0.0668	11.0136	0.0049	3.3606	0.0940
6.000	2.275	Máx.	0.0088	-2.6767	0.0046	6.3955	0.0488
		Mín.	-0.0083	-9.9178	-0.0010	1.2967	-0.0526
		Dif.	0.0171	7.2411	0.0056	5.0988	0.1014
6.000	2.525	Máx.	0.0103	-1.1705	0.0054	8.2004	0.0484
		Mín.	-0.0073	-4.6366	-0.0010	1.9034	-0.0514
		Dif.	0.0176	3.4661	0.0064	6.2970	0.0998
6.000	2.775	Máx.	0.0240	1.1244	0.0051	8.6972	0.0447
		Mín.	-0.0198	-1.8853	-0.0014	2.2090	-0.0463
		Dif.	0.0439	3.0097	0.0064	6.4881	0.0911
6.000	3.025	Máx.	0.0276	5.9800	0.0042	7.8773	0.0380
		Mín.	-0.0241	-0.3796	-0.0020	2.2137	-0.0383
		Dif.	0.0518	6.3596	0.0062	5.6636	0.0763
6.000	3.275	Máx.	0.0564	11.2507	0.0044	5.7342	0.0330
		Mín.	-0.0564	1.1302	-0.0027	1.5841	-0.0325
		Dif.	0.1129	10.1205	0.0072	4.1501	0.0654

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
6.000	3.525	Máx.	0.6262	16.2833	0.0239	2.7556	0.0661
		Mín.	-0.6406	2.6336	-0.0023	0.5413	-0.0662
		Dif.	1.2668	13.6498	0.0262	2.2143	0.1323
6.000	3.750	Máx.	0.6262	18.6871	0.0239	1.5523	0.1998
		Mín.	-0.6406	3.3802	-0.0023	-4.3919	-0.2031
		Dif.	1.2668	15.3069	0.0262	5.9442	0.4029
6.250	0.300	Máx.	0.3835	-5.4179	-0.0153	-2.6849	0.0901
		Mín.	-0.3963	-21.5423	-0.0536	-10.9044	-0.0855
		Dif.	0.7798	16.1244	0.0384	8.2195	0.1757
6.250	0.525	Máx.	0.3835	-4.5096	-0.0153	-0.7956	0.0187
		Mín.	-0.3963	-18.3895	-0.0536	-3.3900	-0.0189
		Dif.	0.7798	13.8799	0.0384	2.5944	0.0376
6.250	0.775	Máx.	0.1362	-2.8166	0.0064	0.3878	0.0362
		Mín.	-0.1378	-12.4862	0.0000	-0.0649	-0.0371
		Dif.	0.2741	9.6696	0.0064	0.4527	0.0732
6.250	1.025	Máx.	0.5344	-1.4395	0.0551	2.8137	0.0755
		Mín.	-0.5712	-7.6474	0.0151	0.6001	-0.0784
		Dif.	1.1057	6.2079	0.0400	2.2135	0.1540
6.250	1.175	Máx.	0.5344	-0.8470	0.0551	4.3463	0.1875
		Mín.	-0.5712	-5.5590	0.0151	0.8344	-0.1981
		Dif.	1.1057	4.7120	0.0400	3.5119	0.3856
6.250	1.425	Máx.	0.6812	-7.5711	-0.0270	-3.6317	0.1747
		Mín.	-0.7058	-29.3391	-0.0954	-13.6205	-0.1640
		Dif.	1.3870	21.7680	0.0684	9.9888	0.3386
6.250	1.525	Máx.	0.6812	-6.8435	-0.0270	-1.7831	0.0280
		Mín.	-0.7058	-26.3515	-0.0954	-7.0227	-0.0266
		Dif.	1.3870	19.5081	0.0684	5.2396	0.0546
6.250	1.775	Máx.	0.1230	-5.4752	-0.0031	-0.1148	0.0325
		Mín.	-0.1276	-20.5960	-0.0155	-1.8738	-0.0358
		Dif.	0.2506	15.1208	0.0124	1.7590	0.0683
6.250	2.025	Máx.	0.0336	-4.1734	0.0035	3.2762	0.0448
		Mín.	-0.0337	-15.1845	-0.0018	-0.0899	-0.0496
		Dif.	0.0673	11.0111	0.0053	3.3661	0.0944
6.250	2.275	Máx.	0.0113	-2.6684	0.0061	6.3946	0.0488
		Mín.	-0.0066	-9.9057	-0.0012	1.2966	-0.0531
		Dif.	0.0179	7.2373	0.0073	5.0980	0.1019
6.250	2.525	Máx.	0.0126	-1.1648	0.0066	8.1978	0.0487
		Mín.	-0.0047	-4.6342	-0.0016	1.9027	-0.0516
		Dif.	0.0173	3.4694	0.0083	6.2951	0.1002
6.250	2.775	Máx.	0.0263	1.1201	0.0064	8.6947	0.0452
		Mín.	-0.0175	-1.8889	-0.0022	2.2083	-0.0463
		Dif.	0.0438	3.0090	0.0086	6.4864	0.0915
6.250	3.025	Máx.	0.0295	5.9663	0.0054	7.8771	0.0386
		Mín.	-0.0222	-0.3844	-0.0028	2.2130	-0.0381
		Dif.	0.0517	6.3507	0.0082	5.6641	0.0767
6.250	3.275	Máx.	0.0562	11.2544	0.0039	5.7448	0.0334
		Mín.	-0.0542	1.1167	-0.0031	1.5822	-0.0322
		Dif.	0.1104	10.1376	0.0070	4.1626	0.0656
6.250	3.525	Máx.	0.6150	16.6633	0.0020	2.7675	0.0662
		Mín.	-0.6356	2.5913	-0.0225	0.5469	-0.0665
		Dif.	1.2506	14.0720	0.0245	2.2205	0.1328
6.250	3.750	Máx.	0.6150	19.4200	0.0020	1.5848	0.2005
		Mín.	-0.6356	3.3167	-0.0225	-4.5839	-0.2064
		Dif.	1.2506	16.1033	0.0245	6.1687	0.4069

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
6.500	0.300	Máx.	0.3817	-4.8293	0.0499	-2.5058	0.0825
		Mín.	-0.3875	-19.7501	0.0163	-10.3650	-0.0812
		Dif.	0.7692	14.9208	0.0335	7.8592	0.1638
6.500	0.525	Máx.	0.3817	-4.1930	0.0499	-0.8079	0.0177
		Mín.	-0.3875	-17.4329	0.0163	-3.4339	-0.0187
		Dif.	0.7692	13.2400	0.0335	2.6260	0.0364
6.500	0.775	Máx.	0.1380	-2.7460	0.0011	0.3812	0.0362
		Mín.	-0.1295	-12.2767	-0.0065	-0.0676	-0.0376
		Dif.	0.2675	9.5307	0.0077	0.4489	0.0738
6.500	1.025	Máx.	0.5349	-1.0907	-0.0141	2.7483	0.0731
		Mín.	-0.5396	-6.5290	-0.0503	0.5789	-0.0750
		Dif.	1.0744	5.4383	0.0362	2.1693	0.1481
6.500	1.175	Máx.	0.5349	-0.2457	-0.0141	3.7405	0.1784
		Mín.	-0.5396	-3.6203	-0.0503	0.6455	-0.1856
		Dif.	1.0744	3.3746	0.0362	3.0950	0.3640
6.500	1.425	Máx.	0.6477	-6.6041	0.0803	-3.3827	0.1639
		Mín.	-0.7303	-26.0466	0.0238	-12.8201	-0.1522
		Dif.	1.3780	19.4426	0.0566	9.4374	0.3161
6.500	1.525	Máx.	0.6477	-6.2879	0.0803	-1.7606	0.0244
		Mín.	-0.7303	-24.4681	0.0238	-6.9570	-0.0238
		Dif.	1.3780	18.1802	0.0566	5.1964	0.0482
6.500	1.775	Máx.	0.1170	-5.4013	0.0142	-0.1241	0.0321
		Mín.	-0.1384	-20.3530	0.0025	-1.8875	-0.0380
		Dif.	0.2553	14.9517	0.0117	1.7634	0.0701
6.500	2.025	Máx.	0.0353	-4.1685	0.0047	3.2687	0.0446
		Mín.	-0.0338	-15.1800	-0.0021	-0.0946	-0.0508
		Dif.	0.0691	11.0114	0.0068	3.3633	0.0954
6.500	2.275	Máx.	0.0156	-2.6638	0.0056	6.3914	0.0489
		Mín.	-0.0041	-9.9059	-0.0024	1.2958	-0.0537
		Dif.	0.0198	7.2420	0.0080	5.0956	0.1026
6.500	2.525	Máx.	0.0194	-1.1594	0.0063	8.1944	0.0490
		Mín.	-0.0013	-4.6336	-0.0028	1.9019	-0.0518
		Dif.	0.0207	3.4741	0.0091	6.2925	0.1008
6.500	2.775	Máx.	0.0307	1.1180	0.0060	8.6913	0.0457
		Mín.	-0.0144	-1.8935	-0.0037	2.2074	-0.0463
		Dif.	0.0451	3.0115	0.0097	6.4839	0.0920
6.500	3.025	Máx.	0.0327	5.9660	0.0058	7.8741	0.0392
		Mín.	-0.0197	-0.3886	-0.0046	2.2123	-0.0379
		Dif.	0.0523	6.3546	0.0103	5.6619	0.0770
6.500	3.275	Máx.	0.0567	11.2359	0.0058	5.7361	0.0336
		Mín.	-0.0518	1.1187	-0.0052	1.5742	-0.0314
		Dif.	0.1085	10.1172	0.0110	4.1619	0.0650
6.500	3.525	Máx.	0.6065	16.2862	0.0198	2.7660	0.0630
		Mín.	-0.6282	2.6068	-0.0033	0.5309	-0.0623
		Dif.	1.2347	13.6793	0.0231	2.2351	0.1253
6.500	3.750	Máx.	0.6065	18.7051	0.0198	1.5750	0.1897
		Mín.	-0.6282	3.3404	-0.0033	-4.3926	-0.1938
		Dif.	1.2347	15.3647	0.0231	5.9676	0.3834
6.750	0.300	Máx.	0.3756	-5.4174	-0.0161	-2.6805	0.0804
		Mín.	-0.3703	-21.4773	-0.0507	-10.8849	-0.0822
		Dif.	0.7458	16.0599	0.0346	8.2044	0.1626
6.750	0.525	Máx.	0.3756	-4.5032	-0.0161	-0.7913	0.0182
		Mín.	-0.3703	-18.3464	-0.0507	-3.3912	-0.0186
		Dif.	0.7458	13.8432	0.0346	2.5999	0.0368

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
6.750	0.775	Máx.	0.1288	-2.8023	0.0043	0.3861	0.0373
		Mín.	-0.1274	-12.4491	-0.0041	-0.0666	-0.0380
		Dif.	0.2563	9.6468	0.0084	0.4528	0.0753
6.750	1.025	Máx.	0.5019	-1.4285	0.0430	2.8001	0.0735
		Mín.	-0.5186	-7.5384	0.0138	0.5955	-0.0754
		Dif.	1.0205	6.1098	0.0292	2.2046	0.1489
6.750	1.175	Máx.	0.5019	-0.8413	0.0430	4.2866	0.1784
		Mín.	-0.5186	-5.3940	0.0138	0.8276	-0.1849
		Dif.	1.0205	4.5528	0.0292	3.4589	0.3633
6.750	1.425	Máx.	0.6249	-7.5032	-0.0226	-3.6150	0.1619
		Mín.	-0.7029	-29.0734	-0.0781	-13.5337	-0.1539
		Dif.	1.3279	21.5702	0.0555	9.9187	0.3158
6.750	1.525	Máx.	0.6249	-6.7963	-0.0226	-1.7734	0.0240
		Mín.	-0.7029	-26.1665	-0.0781	-6.9966	-0.0252
		Dif.	1.3279	19.3702	0.0555	5.2232	0.0491
6.750	1.775	Máx.	0.1177	-5.4567	0.0007	-0.1083	0.0319
		Mín.	-0.1321	-20.5228	-0.0088	-1.8786	-0.0384
		Dif.	0.2498	15.0661	0.0095	1.7703	0.0702
6.750	2.025	Máx.	0.0412	-4.1575	0.0056	3.2718	0.0448
		Mín.	-0.0301	-15.1531	-0.0035	-0.0950	-0.0511
		Dif.	0.0714	10.9956	0.0091	3.3668	0.0959
6.750	2.275	Máx.	0.0303	-2.6541	0.0054	6.3877	0.0494
		Mín.	0.0002	-9.8910	-0.0039	1.2950	-0.0539
		Dif.	0.0302	7.2369	0.0093	5.0927	0.1033
6.750	2.525	Máx.	0.0364	-1.1531	0.0050	8.1900	0.0496
		Mín.	0.0035	-4.6311	-0.0048	1.9008	-0.0518
		Dif.	0.0329	3.4780	0.0098	6.2892	0.1014
6.750	2.775	Máx.	0.0375	1.1129	0.0052	8.6871	0.0463
		Mín.	-0.0103	-1.8995	-0.0059	2.2065	-0.0462
		Dif.	0.0478	3.0124	0.0111	6.4806	0.0925
6.750	3.025	Máx.	0.0386	5.9471	0.0057	7.8717	0.0397
		Mín.	-0.0171	-0.3955	-0.0069	2.2117	-0.0379
		Dif.	0.0557	6.3425	0.0126	5.6600	0.0777
6.750	3.275	Máx.	0.0533	11.2165	0.0061	5.7434	0.0342
		Mín.	-0.0435	1.1122	-0.0080	1.5710	-0.0316
		Dif.	0.0969	10.1043	0.0140	4.1724	0.0658
6.750	3.525	Máx.	0.5770	16.5745	0.0027	2.7780	0.0635
		Mín.	-0.5937	2.6136	-0.0147	0.5368	-0.0623
		Dif.	1.1707	13.9609	0.0174	2.2412	0.1257
6.750	3.750	Máx.	0.5770	19.2927	0.0027	1.5791	0.1892
		Mín.	-0.5937	3.3598	-0.0147	-4.5328	-0.1912
		Dif.	1.1707	15.9329	0.0174	6.1119	0.3804
7.000	0.300	Máx.	0.3500	-4.8611	0.0514	-2.5056	0.0772
		Mín.	-0.3702	-19.7532	0.0131	-10.3627	-0.0718
		Dif.	0.7202	14.8921	0.0383	7.8571	0.1490
7.000	0.525	Máx.	0.3500	-4.1985	0.0514	-0.7984	0.0194
		Mín.	-0.3702	-17.4274	0.0131	-3.4312	-0.0175
		Dif.	0.7202	13.2289	0.0383	2.6328	0.0369
7.000	0.775	Máx.	0.1138	-2.7243	0.0007	0.3816	0.0385
		Mín.	-0.1326	-12.2516	-0.0094	-0.0676	-0.0382
		Dif.	0.2464	9.5272	0.0101	0.4492	0.0767
7.000	1.025	Máx.	0.4518	-1.0712	-0.0135	2.7405	0.0694
		Mín.	-0.5224	-6.4394	-0.0578	0.5738	-0.0741
		Dif.	0.9742	5.3681	0.0443	2.1667	0.1434

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
7.000	1.175	Máx.	0.4518	-0.2296	-0.0135	3.6929	0.1628
		Mín.	-0.5224	-3.4771	-0.0578	0.6358	-0.1787
		Dif.	0.9742	3.2475	0.0443	3.0571	0.3415
7.000	1.425	Máx.	0.6197	-6.5481	0.0962	-3.3680	0.1496
		Mín.	-0.6480	-25.8145	0.0252	-12.7438	-0.1395
		Dif.	1.2677	19.2663	0.0710	9.3758	0.2891
7.000	1.525	Máx.	0.6197	-6.2465	0.0962	-1.7486	0.0208
		Mín.	-0.6480	-24.2975	0.0252	-6.9330	-0.0215
		Dif.	1.2677	18.0510	0.0710	5.1844	0.0424
7.000	1.775	Máx.	0.1301	-5.3820	0.0188	-0.1169	0.0334
		Mín.	-0.1146	-20.2747	0.0009	-1.8943	-0.0377
		Dif.	0.2447	14.8927	0.0179	1.7773	0.0711
7.000	2.025	Máx.	0.0521	-4.1486	0.0050	3.2629	0.0459
		Mín.	-0.0227	-15.1440	-0.0060	-0.1007	-0.0503
		Dif.	0.0748	10.9954	0.0109	3.3636	0.0962
7.000	2.275	Máx.	0.0533	-2.6474	0.0032	6.3836	0.0503
		Mín.	0.0068	-9.8888	-0.0077	1.2939	-0.0534
		Dif.	0.0464	7.2414	0.0109	5.0897	0.1037
7.000	2.525	Máx.	0.0600	-1.1469	0.0025	8.1861	0.0504
		Mín.	0.0101	-4.6302	-0.0089	1.8999	-0.0517
		Dif.	0.0499	3.4834	0.0113	6.2862	0.1021
7.000	2.775	Máx.	0.0583	1.1100	0.0026	8.6835	0.0467
		Mín.	-0.0045	-1.9070	-0.0099	2.2056	-0.0463
		Dif.	0.0628	3.0171	0.0125	6.4778	0.0930
7.000	3.025	Máx.	0.0482	5.9429	0.0033	7.8683	0.0398
		Mín.	-0.0137	-0.4045	-0.0104	2.2111	-0.0382
		Dif.	0.0619	6.3473	0.0137	5.6572	0.0780
7.000	3.275	Máx.	0.0548	11.1919	0.0053	5.7343	0.0334
		Mín.	-0.0367	1.1066	-0.0104	1.5630	-0.0318
		Dif.	0.0915	10.0853	0.0156	4.1713	0.0652
7.000	3.525	Máx.	0.5391	16.2026	0.0246	2.7797	0.0587
		Mín.	-0.5563	2.6213	-0.0087	0.5210	-0.0599
		Dif.	1.0954	13.5813	0.0333	2.2587	0.1186
7.000	3.750	Máx.	0.5391	18.5955	0.0246	1.5748	0.1732
		Mín.	-0.5563	3.3772	-0.0087	-4.3478	-0.1803
		Dif.	1.0954	15.2184	0.0333	5.9226	0.3535
7.250	0.300	Máx.	0.3253	-5.3489	-0.0128	-2.6483	0.0776
		Mín.	-0.3607	-21.5300	-0.0520	-10.9077	-0.0674
		Dif.	0.6860	16.1811	0.0392	8.2594	0.1450
7.250	0.525	Máx.	0.3253	-4.4489	-0.0128	-0.7821	0.0205
		Mín.	-0.3607	-18.3883	-0.0520	-3.3963	-0.0169
		Dif.	0.6860	13.9394	0.0392	2.6142	0.0374
7.250	0.775	Máx.	0.1053	-2.7631	0.0069	0.3864	0.0387
		Mín.	-0.1330	-12.4914	-0.0025	-0.0675	-0.0385
		Dif.	0.2383	9.7283	0.0093	0.4539	0.0773
7.250	1.025	Máx.	0.4280	-1.3848	0.0538	2.8128	0.0681
		Mín.	-0.5175	-7.6369	0.0155	0.5877	-0.0747
		Dif.	0.9455	6.2521	0.0383	2.2251	0.1428
7.250	1.175	Máx.	0.4280	-0.7922	0.0538	4.3396	0.1585
		Mín.	-0.5175	-5.5375	0.0155	0.8069	-0.1810
		Dif.	0.9455	4.7453	0.0383	3.5327	0.3395
7.250	1.425	Máx.	0.5920	-7.5407	-0.0260	-3.5961	0.1514
		Mín.	-0.6230	-29.2102	-0.0961	-13.5704	-0.1344
		Dif.	1.2150	21.6695	0.0701	9.9743	0.2858

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
7.250	1.525	Máx.	0.5920	-6.8161	-0.0260	-1.7586	0.0214
		Mín.	-0.6230	-26.2378	-0.0961	-7.0000	-0.0195
		Dif.	1.2150	19.4216	0.0701	5.2414	0.0410
7.250	1.775	Máx.	0.1352	-5.4541	-0.0024	-0.1001	0.0346
		Mín.	-0.1042	-20.5107	-0.0233	-1.8858	-0.0364
		Dif.	0.2394	15.0566	0.0209	1.7857	0.0710
7.250	2.025	Máx.	0.0667	-4.1335	0.0011	3.2684	0.0473
		Mín.	-0.0138	-15.1253	-0.0136	-0.1001	-0.0487
		Dif.	0.0806	10.9918	0.0147	3.3685	0.0960
7.250	2.275	Máx.	0.0833	-2.6355	-0.0007	6.3816	0.0518
		Mín.	0.0160	-9.8725	-0.0187	1.2934	-0.0521
		Dif.	0.0673	7.2370	0.0180	5.0882	0.1039
7.250	2.525	Máx.	0.0914	-1.1398	-0.0022	8.1835	0.0514
		Mín.	0.0189	-4.6276	-0.0228	1.8992	-0.0512
		Dif.	0.0725	3.4878	0.0206	6.2843	0.1026
7.250	2.775	Máx.	0.0890	1.1041	-0.0020	8.6815	0.0469
		Mín.	0.0034	-1.9159	-0.0229	2.2051	-0.0467
		Dif.	0.0856	3.0200	0.0208	6.4763	0.0936
7.250	3.025	Máx.	0.0765	5.9235	-0.0006	7.8682	0.0390
		Mín.	-0.0079	-0.4175	-0.0191	2.2109	-0.0392
		Dif.	0.0844	6.3410	0.0185	5.6574	0.0783
7.250	3.275	Máx.	0.0603	11.1893	0.0010	5.7440	0.0319
		Mín.	-0.0296	1.0804	-0.0151	1.5606	-0.0330
		Dif.	0.0899	10.1089	0.0161	4.1834	0.0649
7.250	3.525	Máx.	0.5162	16.5780	-0.0001	2.7963	0.0556
		Mín.	-0.5374	2.5587	-0.0301	0.5247	-0.0609
		Dif.	1.0536	14.0192	0.0300	2.2715	0.1166
7.250	3.750	Máx.	0.5162	19.3252	-0.0001	1.6209	0.1666
		Mín.	-0.5374	3.2886	-0.0301	-4.5463	-0.1808
		Dif.	1.0536	16.0365	0.0300	6.1672	0.3473
7.500	0.300	Máx.	0.3015	-4.7842	0.0493	-2.4649	0.0700
		Mín.	-0.3485	-19.8191	0.0149	-10.3858	-0.0596
		Dif.	0.6500	15.0349	0.0344	7.9209	0.1296
7.500	0.525	Máx.	0.3015	-4.1326	0.0493	-0.7848	0.0201
		Mín.	-0.3485	-17.4767	0.0149	-3.4341	-0.0173
		Dif.	0.6500	13.3440	0.0344	2.6493	0.0374
7.500	0.775	Máx.	0.1021	-2.6706	0.0041	0.3821	0.0381
		Mín.	-0.1224	-12.2986	-0.0064	-0.0674	-0.0388
		Dif.	0.2245	9.6280	0.0105	0.4495	0.0769
7.500	1.025	Máx.	0.4107	-1.0135	-0.0116	2.7556	0.0652
		Mín.	-0.4713	-6.5632	-0.0457	0.5624	-0.0707
		Dif.	0.8820	5.5497	0.0341	2.1932	0.1359
7.500	1.175	Máx.	0.4107	-0.1668	-0.0116	3.7605	0.1475
		Mín.	-0.4713	-3.6635	-0.0457	0.6076	-0.1667
		Dif.	0.8820	3.4967	0.0341	3.1529	0.3142
7.500	1.425	Máx.	0.5341	-6.5821	0.0719	-3.3401	0.1389
		Mín.	-0.6160	-25.9565	0.0217	-12.7924	-0.1167
		Dif.	1.1501	19.3744	0.0502	9.4522	0.2555
7.500	1.525	Máx.	0.5341	-6.2648	0.0719	-1.7330	0.0194
		Mín.	-0.6160	-24.3750	0.0217	-6.9453	-0.0137
		Dif.	1.1501	18.1101	0.0502	5.2122	0.0331
7.500	1.775	Máx.	0.1279	-5.3796	0.0049	-0.1098	0.0372
		Mín.	-0.0967	-20.2666	-0.0079	-1.9037	-0.0352
		Dif.	0.2245	14.8870	0.0128	1.7939	0.0724

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
7.500	2.025	Máx.	0.0957	-4.1221	-0.0038	3.2593	0.0503
		Mín.	-0.0031	-15.1170	-0.0317	-0.1065	-0.0462
		Dif.	0.0989	10.9948	0.0279	3.3658	0.0965
7.500	2.275	Máx.	0.1208	-2.6279	-0.0081	6.3805	0.0545
		Mín.	0.0280	-9.8712	-0.0445	1.2930	-0.0500
		Dif.	0.0929	7.2433	0.0364	5.0874	0.1046
7.500	2.525	Máx.	0.1306	-1.1333	-0.0104	8.1846	0.0528
		Mín.	0.0303	-4.6280	-0.0518	1.8996	-0.0505
		Dif.	0.1003	3.4947	0.0414	6.2850	0.1033
7.500	2.775	Máx.	0.1270	1.1010	-0.0101	8.6834	0.0467
		Mín.	0.0139	-1.9263	-0.0516	2.2057	-0.0480
		Dif.	0.1131	3.0273	0.0415	6.4777	0.0947
7.500	3.025	Máx.	0.1101	5.9193	-0.0073	7.8685	0.0373
		Mín.	0.0008	-0.4306	-0.0441	2.2072	-0.0420
		Dif.	0.1093	6.3499	0.0368	5.6612	0.0793
7.500	3.275	Máx.	0.0757	11.1676	-0.0026	5.7351	0.0285
		Mín.	-0.0172	1.0669	-0.0307	1.5522	-0.0357
		Dif.	0.0930	10.1007	0.0281	4.1829	0.0643
7.500	3.525	Máx.	0.4867	16.2093	0.0071	2.8000	0.0486
		Mín.	-0.5014	2.5450	-0.0117	0.5060	-0.0598
		Dif.	0.9880	13.6644	0.0188	2.2940	0.1085
7.500	3.750	Máx.	0.4867	18.6293	0.0071	1.6300	0.1495
		Mín.	-0.5014	3.2736	-0.0117	-4.3725	-0.1691
		Dif.	0.9880	15.3557	0.0188	6.0025	0.3186
7.750	0.300	Máx.	0.2723	-5.3168	-0.0103	-2.6235	0.0662
		Mín.	-0.3356	-21.5040	-0.0438	-10.9004	-0.0567
		Dif.	0.6079	16.1872	0.0335	8.2769	0.1230
7.750	0.525	Máx.	0.2723	-4.4083	-0.0103	-0.7695	0.0196
		Mín.	-0.3356	-18.3744	-0.0438	-3.3988	-0.0186
		Dif.	0.6079	13.9661	0.0335	2.6293	0.0381
7.750	0.775	Máx.	0.0962	-2.7141	0.0101	0.3849	0.0388
		Mín.	-0.1140	-12.4850	-0.0024	-0.0660	-0.0391
		Dif.	0.2102	9.7709	0.0125	0.4509	0.0780
7.750	1.025	Máx.	0.3790	-1.3369	0.0496	2.8114	0.0653
		Mín.	-0.4427	-7.5869	0.0142	0.5750	-0.0692
		Dif.	0.8217	6.2500	0.0354	2.2363	0.1345
7.750	1.175	Máx.	0.3790	-0.7453	0.0496	4.3145	0.1441
		Mín.	-0.4427	-5.4484	0.0142	0.7814	-0.1618
		Dif.	0.8217	4.7032	0.0354	3.5332	0.3059
7.750	1.425	Máx.	0.4946	-7.4730	-0.0227	-3.5685	0.1371
		Mín.	-0.5701	-28.9518	-0.0925	-13.5157	-0.1088
		Dif.	1.0646	21.4788	0.0698	9.9472	0.2458
7.750	1.525	Máx.	0.4946	-6.7676	-0.0227	-1.7461	0.0224
		Mín.	-0.5701	-26.0522	-0.0925	-6.9985	-0.0094
		Dif.	1.0646	19.2845	0.0698	5.2524	0.0318
7.750	1.775	Máx.	0.1359	-5.4335	-0.0075	-0.0962	0.0433
		Mín.	-0.0785	-20.4305	-0.0444	-1.9002	-0.0304
		Dif.	0.2144	14.9970	0.0369	1.8040	0.0737
7.750	2.025	Máx.	0.1388	-4.1078	-0.0119	3.2620	0.0572
		Mín.	0.0118	-15.0918	-0.0593	-0.1084	-0.0412
		Dif.	0.1270	10.9839	0.0473	3.3704	0.0984
7.750	2.275	Máx.	0.1661	-2.6175	-0.0197	6.3843	0.0601
		Mín.	0.0407	-9.8608	-0.0835	1.2940	-0.0463
		Dif.	0.1254	7.2433	0.0639	5.0904	0.1064

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
7.750	2.525	Máx.	0.1753	-1.1268	-0.0241	8.1926	0.0552
		Mín.	0.0424	-4.6291	-0.0977	1.9018	-0.0493
		Dif.	0.1329	3.5022	0.0736	6.2908	0.1045
7.750	2.775	Máx.	0.1701	1.0961	-0.0234	8.6927	0.0459
		Mín.	0.0264	-1.9375	-0.0966	2.2083	-0.0505
		Dif.	0.1437	3.0337	0.0732	6.4843	0.0964
7.750	3.025	Máx.	0.1506	5.9008	-0.0180	7.8745	0.0340
		Mín.	0.0117	-0.4441	-0.0808	2.2050	-0.0477
		Dif.	0.1388	6.3449	0.0628	5.6694	0.0818
7.750	3.275	Máx.	0.1106	11.1467	-0.0096	5.7426	0.0238
		Mín.	-0.0004	1.0501	-0.0568	1.5488	-0.0429
		Dif.	0.1109	10.0965	0.0472	4.1938	0.0667
7.750	3.525	Máx.	0.4556	16.4839	-0.0026	2.8150	0.0422
		Mín.	-0.4482	2.5361	-0.0472	0.5080	-0.0650
		Dif.	0.9037	13.9478	0.0446	2.3071	0.1072
7.750	3.750	Máx.	0.4556	19.1931	-0.0026	1.6435	0.1391
		Mín.	-0.4482	3.2744	-0.0472	-4.5183	-0.1687
		Dif.	0.9037	15.9186	0.0446	6.1618	0.3078
8.000	0.300	Máx.	0.2609	-4.7323	0.0655	-2.4429	0.0593
		Mín.	-0.3077	-19.7397	0.0194	-10.3755	-0.0476
		Dif.	0.5686	15.0074	0.0462	7.9326	0.1069
8.000	0.525	Máx.	0.2609	-4.0871	0.0655	-0.7797	0.0214
		Mín.	-0.3077	-17.4379	0.0194	-3.4489	-0.0188
		Dif.	0.5686	13.3508	0.0462	2.6692	0.0401
8.000	0.775	Máx.	0.0873	-2.6335	0.0078	0.3744	0.0414
		Mín.	-0.1081	-12.2969	-0.0059	-0.0682	-0.0385
		Dif.	0.1954	9.6634	0.0137	0.4426	0.0799
8.000	1.025	Máx.	0.3223	-0.9845	-0.0101	2.7511	0.0625
		Mín.	-0.4348	-6.4997	-0.0510	0.5507	-0.0657
		Dif.	0.7571	5.5152	0.0409	2.2004	0.1283
8.000	1.175	Máx.	0.3223	-0.1437	-0.0101	3.7239	0.1282
		Mín.	-0.4348	-3.5479	-0.0510	0.5898	-0.1520
		Dif.	0.7571	3.4042	0.0409	3.1341	0.2802
8.000	1.425	Máx.	0.4899	-6.5087	0.0778	-3.3284	0.1302
		Mín.	-0.4969	-25.6638	0.0214	-12.7448	-0.0880
		Dif.	0.9868	19.1551	0.0564	9.4164	0.2182
8.000	1.525	Máx.	0.4899	-6.2119	0.0778	-1.7278	0.0373
		Mín.	-0.4969	-24.1637	0.0214	-6.9566	-0.0003
		Dif.	0.9868	17.9518	0.0564	5.2288	0.0376
8.000	1.775	Máx.	0.1683	-5.3591	-0.0041	-0.1098	0.0563
		Mín.	-0.0489	-20.1834	-0.0381	-1.9223	-0.0220
		Dif.	0.2172	14.8243	0.0340	1.8125	0.0783
8.000	2.025	Máx.	0.1999	-4.1031	-0.0246	3.2553	0.0702
		Mín.	0.0316	-15.0985	-0.1018	-0.1151	-0.0322
		Dif.	0.1682	10.9953	0.0772	3.3704	0.1024
8.000	2.275	Máx.	0.2162	-2.6153	-0.0356	6.3976	0.0697
		Mín.	0.0535	-9.8757	-0.1447	1.2974	-0.0400
		Dif.	0.1627	7.2604	0.1091	5.1003	0.1097
8.000	2.525	Máx.	0.2193	-1.1225	-0.0416	8.2149	0.0588
		Mín.	0.0535	-4.6366	-0.1674	1.9079	-0.0475
		Dif.	0.1659	3.5141	0.1258	6.3071	0.1063
8.000	2.775	Máx.	0.2129	1.0966	-0.0413	8.7167	0.0439
		Mín.	0.0391	-1.9479	-0.1647	2.2147	-0.0549
		Dif.	0.1738	3.0445	0.1234	6.5020	0.0988

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
8.000	3.025	Máx.	0.1967	5.9068	-0.0348	7.8888	0.0279
		Mín.	0.0239	-0.4540	-0.1377	2.2055	-0.0580
		Dif.	0.1728	6.3608	0.1029	5.6834	0.0859
8.000	3.275	Máx.	0.1651	11.1304	-0.0206	5.7359	0.0150
		Mín.	0.0185	1.0429	-0.0922	1.5411	-0.0557
		Dif.	0.1466	10.0875	0.0715	4.1948	0.0707
8.000	3.525	Máx.	0.4339	16.1067	-0.0006	2.8161	0.0294
		Mín.	-0.3934	2.5381	-0.0263	0.4868	-0.0732
		Dif.	0.8273	13.5686	0.0257	2.3293	0.1026
8.000	3.750	Máx.	0.4339	18.4803	-0.0006	1.6411	0.1147
		Mín.	-0.3934	3.2830	-0.0263	-4.3447	-0.1644
		Dif.	0.8273	15.1973	0.0257	5.9858	0.2792
8.250	0.300	Máx.	0.2494	-5.2621	-0.0070	-2.5981	0.0559
		Mín.	-0.2799	-21.5618	-0.0394	-10.9406	-0.0425
		Dif.	0.5293	16.2996	0.0323	8.3426	0.0983
8.250	0.525	Máx.	0.2494	-4.3596	-0.0070	-0.7638	0.0225
		Mín.	-0.2799	-18.4239	-0.0394	-3.4219	-0.0196
		Dif.	0.5293	14.0643	0.0323	2.6581	0.0422
8.250	0.775	Máx.	0.0887	-2.6771	0.0198	0.3698	0.0440
		Mín.	-0.0920	-12.5493	-0.0004	-0.0702	-0.0380
		Dif.	0.1807	9.8721	0.0202	0.4400	0.0820
8.250	1.025	Máx.	0.2808	-1.3020	0.0586	2.8199	0.0622
		Mín.	-0.4167	-7.7075	0.0147	0.5638	-0.0635
		Dif.	0.6975	6.4055	0.0439	2.2561	0.1257
8.250	1.175	Máx.	0.2808	-0.7069	0.0586	4.3676	0.1196
		Mín.	-0.4167	-5.6026	0.0147	0.7605	-0.1488
		Dif.	0.6975	4.8958	0.0439	3.6071	0.2684
8.250	1.425	Máx.	0.4796	-7.4886	-0.0310	-3.5694	0.1385
		Mín.	-0.4374	-29.0086	-0.1205	-13.6058	-0.0715
		Dif.	0.9170	21.5200	0.0895	10.0364	0.2099
8.250	1.525	Máx.	0.4796	-6.7769	-0.0310	-1.7516	0.0702
		Mín.	-0.4374	-26.0850	-0.1205	-7.0641	0.0106
		Dif.	0.9170	19.3081	0.0895	5.3124	0.0596
8.250	1.775	Máx.	0.2483	-5.4395	-0.0263	-0.1026	0.0911
		Mín.	-0.0156	-20.4503	-0.1071	-1.9227	-0.0081
		Dif.	0.2639	15.0108	0.0807	1.8201	0.0992
8.250	2.025	Máx.	0.2689	-4.1057	-0.0409	3.2686	0.0950
		Mín.	0.0535	-15.1305	-0.1683	-0.1136	-0.0180
		Dif.	0.2154	11.0249	0.1274	3.3823	0.1131
8.250	2.275	Máx.	0.2609	-2.6173	-0.0572	6.4298	0.0846
		Mín.	0.0651	-9.9020	-0.2325	1.3057	-0.0300
		Dif.	0.1957	7.2846	0.1753	5.1241	0.1146
8.250	2.525	Máx.	0.2493	-1.1205	-0.0663	8.2644	0.0639
		Mín.	0.0611	-4.6506	-0.2673	1.9203	-0.0446
		Dif.	0.1882	3.5301	0.2010	6.3441	0.1085
8.250	2.775	Máx.	0.2429	1.1016	-0.0654	8.7651	0.0401
		Mín.	0.0477	-1.9552	-0.2620	2.2272	-0.0622
		Dif.	0.1952	3.0569	0.1966	6.5379	0.1023
8.250	3.025	Máx.	0.2398	5.9202	-0.0548	7.9216	0.0174
		Mín.	0.0356	-0.4579	-0.2184	2.2117	-0.0770
		Dif.	0.2042	6.3781	0.1636	5.7100	0.0944
8.250	3.275	Máx.	0.2273	11.1620	-0.0376	5.7514	0.0007
		Mín.	0.0408	1.0282	-0.1511	1.5403	-0.0992
		Dif.	0.1866	10.1338	0.1135	4.2110	0.1000

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
8.250	3.525	Máx.	0.4261	16.4921	-0.0169	2.8270	0.0134
		Mín.	-0.3366	2.4845	-0.0973	0.4828	-0.0972
		Dif.	0.7627	14.0076	0.0804	2.3442	0.1106
8.250	3.750	Máx.	0.4261	19.2008	-0.0169	1.6784	0.0937
		Mín.	-0.3366	3.2013	-0.0973	-4.5618	-0.1745
		Dif.	0.7627	15.9995	0.0804	6.2402	0.2682
8.500	0.300	Máx.	0.2533	-4.6700	0.0630	-2.4194	0.0464
		Mín.	-0.2504	-19.7842	0.0198	-10.4281	-0.0360
		Dif.	0.5037	15.1141	0.0432	8.0086	0.0825
8.500	0.525	Máx.	0.2533	-4.0383	0.0630	-0.7790	0.0232
		Mín.	-0.2504	-17.4918	0.0198	-3.4894	-0.0228
		Dif.	0.5037	13.4535	0.0432	2.7104	0.0460
8.500	0.775	Máx.	0.1114	-2.6092	0.0110	0.3468	0.0466
		Mín.	-0.0590	-12.4042	-0.0064	-0.0766	-0.0378
		Dif.	0.1704	9.7950	0.0174	0.4234	0.0844
8.500	1.025	Máx.	0.2364	-0.9639	-0.0063	2.7606	0.0613
		Mín.	-0.3548	-6.7113	-0.0445	0.5400	-0.0581
		Dif.	0.5912	5.7474	0.0382	2.2207	0.1194
8.500	1.175	Máx.	0.2364	-0.1157	-0.0063	3.8089	0.1056
		Mín.	-0.3548	-3.8137	-0.0445	0.5719	-0.1318
		Dif.	0.5912	3.6980	0.0382	3.2369	0.2374
8.500	1.425	Máx.	0.4693	-6.5420	0.0381	-3.3500	0.1407
		Mín.	-0.3811	-25.8005	0.0135	-12.9245	-0.0437
		Dif.	0.8504	19.2585	0.0246	9.5746	0.1844
8.500	1.525	Máx.	0.4693	-6.2446	0.0381	-1.7534	0.1185
		Mín.	-0.3811	-24.2940	0.0135	-7.0877	0.0272
		Dif.	0.8504	18.0494	0.0246	5.3343	0.0913
8.500	1.775	Máx.	0.3505	-5.3947	-0.0308	-0.1272	0.1593
		Mín.	0.0198	-20.3181	-0.1321	-1.9534	0.0124
		Dif.	0.3307	14.9235	0.1013	1.8262	0.1469
8.500	2.025	Máx.	0.3347	-4.1350	-0.0634	3.2785	0.1632
		Mín.	0.0737	-15.2410	-0.2598	-0.1159	0.0031
		Dif.	0.2610	11.1060	0.1964	3.3944	0.1602
8.500	2.275	Máx.	0.2783	-2.6383	-0.0874	6.4896	0.1169
		Mín.	0.0700	-9.9877	-0.3547	1.3213	-0.0153
		Dif.	0.2083	7.3495	0.2673	5.1683	0.1322
8.500	2.525	Máx.	0.2381	-1.1233	-0.0999	8.3541	0.0707
		Mín.	0.0584	-4.6803	-0.4028	1.9427	-0.0406
		Dif.	0.1797	3.5570	0.3030	6.4114	0.1112
8.500	2.775	Máx.	0.2348	1.1252	-0.0982	8.8518	0.0338
		Mín.	0.0440	-1.9572	-0.3939	2.2494	-0.0731
		Dif.	0.1907	3.0825	0.2957	6.6024	0.1069
8.500	3.025	Máx.	0.2635	5.9935	-0.0827	7.9783	0.0012
		Mín.	0.0413	-0.4452	-0.3300	2.2252	-0.1316
		Dif.	0.2222	6.4386	0.2473	5.7531	0.1329
8.500	3.275	Máx.	0.2929	11.2330	-0.0568	5.7537	-0.0215
		Mín.	0.0671	1.0482	-0.2256	1.5352	-0.1694
		Dif.	0.2257	10.1848	0.1689	4.2185	0.1479
8.500	3.525	Máx.	0.4268	16.2012	-0.0201	2.8176	-0.0115
		Mín.	-0.2540	2.4976	-0.0953	0.4511	-0.1620
		Dif.	0.6808	13.7035	0.0751	2.3665	0.1505
8.500	3.750	Máx.	0.4268	18.5692	-0.0201	1.6669	0.0599
		Mín.	-0.2540	3.2060	-0.0953	-4.4419	-0.1827
		Dif.	0.6808	15.3632	0.0751	6.1088	0.2425

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
8.750	0.300	Máx.	0.2954	-5.2055	-0.0110	-2.5962	0.0428
		Mín.	-0.1898	-21.4686	-0.0535	-10.9845	-0.0294
		Dif.	0.4852	16.2632	0.0426	8.3884	0.0722
8.750	0.525	Máx.	0.2954	-4.3296	-0.0110	-0.7789	0.0269
		Mín.	-0.1898	-18.4127	-0.0535	-3.4918	-0.0228
		Dif.	0.4852	14.0831	0.0426	2.7129	0.0496
8.750	0.775	Máx.	0.2022	-2.6928	0.0062	0.3288	0.0496
		Mín.	-0.0109	-12.6726	-0.0125	-0.0820	-0.0384
		Dif.	0.2131	9.9799	0.0186	0.4108	0.0880
8.750	1.025	Máx.	0.2008	-1.3564	0.0420	2.8148	0.0592
		Mín.	-0.2820	-7.9111	0.0083	0.5549	-0.0565
		Dif.	0.4827	6.5547	0.0338	2.2599	0.1157
8.750	1.175	Máx.	0.2008	-0.7809	0.0420	4.4197	0.0943
		Mín.	-0.2820	-5.8337	0.0083	0.7699	-0.1240
		Dif.	0.4827	5.0528	0.0338	3.6498	0.2184
8.750	1.425	Máx.	0.5112	-7.4936	-0.0399	-3.6463	0.1907
		Mín.	-0.2872	-29.0105	-0.1522	-13.8465	-0.0167
		Dif.	0.7984	21.5169	0.1123	10.2001	0.2074
8.750	1.525	Máx.	0.5112	-6.8118	-0.0399	-1.8134	0.1933
		Mín.	-0.2872	-26.2046	-0.1522	-7.2784	0.0466
		Dif.	0.7984	19.3928	0.1123	5.4651	0.1467
8.750	1.775	Máx.	0.5019	-5.5161	-0.0573	-0.1336	0.2627
		Mín.	0.0694	-20.7368	-0.2318	-1.9686	0.0443
		Dif.	0.4325	15.2207	0.1745	1.8350	0.2184
8.750	2.025	Máx.	0.3811	-4.1971	-0.0943	3.3194	0.2607
		Mín.	0.0873	-15.4468	-0.3841	-0.1079	0.0335
		Dif.	0.2937	11.2497	0.2898	3.4273	0.2272
8.750	2.275	Máx.	0.2294	-2.6773	-0.1259	6.5933	0.1811
		Mín.	0.0584	-10.1325	-0.5104	1.3484	0.0049
		Dif.	0.1710	7.4551	0.3845	5.2450	0.1762
8.750	2.525	Máx.	0.1400	-1.1311	-0.1416	8.5008	0.0789
		Mín.	0.0331	-4.7280	-0.5716	1.9792	-0.0351
		Dif.	0.1069	3.5969	0.4300	6.5216	0.1140
8.750	2.775	Máx.	0.1451	1.1734	-0.1392	8.9934	0.0248
		Mín.	0.0146	-1.9505	-0.5586	2.2854	-0.0893
		Dif.	0.1304	3.1239	0.4194	6.7080	0.1141
8.750	3.025	Máx.	0.2368	6.1285	-0.1188	8.0754	-0.0211
		Mín.	0.0292	-0.4077	-0.4730	2.2512	-0.2087
		Dif.	0.2077	6.5362	0.3542	5.8243	0.1876
8.750	3.275	Máx.	0.3646	11.4107	-0.0839	5.7817	-0.0524
		Mín.	0.0867	1.1042	-0.3299	1.5377	-0.2721
		Dif.	0.2779	10.3065	0.2461	4.2440	0.2196
8.750	3.525	Máx.	0.4476	16.6608	-0.0438	2.8084	-0.0443
		Mín.	-0.1483	2.5641	-0.1807	0.4306	-0.2593
		Dif.	0.5959	14.0967	0.1370	2.3778	0.2150
8.750	3.750	Máx.	0.4476	19.2961	-0.0438	1.6317	0.0227
		Mín.	-0.1483	3.2777	-0.1807	-4.6910	-0.2359
		Dif.	0.5959	16.0184	0.1370	6.3227	0.2587
9.000	0.300	Máx.	0.3180	-4.7367	0.0029	-2.4621	0.0468
		Mín.	-0.1438	-19.8546	-0.0177	-10.5441	-0.0114
		Dif.	0.4617	15.1178	0.0206	8.0821	0.0583
9.000	0.525	Máx.	0.3180	-4.0772	0.0029	-0.7949	0.0383
		Mín.	-0.1438	-17.5742	-0.0177	-3.5660	-0.0189
		Dif.	0.4617	13.4970	0.0206	2.7711	0.0571

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
9.000	0.775	Máx.	0.3814	-2.6429	-0.0194	0.3128	0.0502
		Mín.	0.0500	-12.5479	-0.0924	-0.0834	-0.0407
		Dif.	0.3314	9.9050	0.0730	0.3962	0.0909
9.000	1.025	Máx.	0.2218	-1.0929	-0.0199	2.7479	0.0470
		Mín.	-0.1853	-6.9870	-0.1027	0.5296	-0.0607
		Dif.	0.4071	5.8941	0.0828	2.2183	0.1077
9.000	1.175	Máx.	0.2218	-0.3175	-0.0199	3.8740	0.0712
		Mín.	-0.1853	-4.1719	-0.1027	0.6099	-0.1208
		Dif.	0.4071	3.8545	0.0828	3.2641	0.1920
9.000	1.425	Máx.	0.6081	-6.6502	0.0146	-3.5253	0.2827
		Mín.	-0.1500	-26.1422	-0.0210	-13.3964	0.0267
		Dif.	0.7581	19.4919	0.0356	9.8710	0.2560
9.000	1.525	Máx.	0.6081	-6.3794	0.0146	-1.8645	0.3063
		Mín.	-0.1500	-24.7669	-0.0210	-7.4456	0.0743
		Dif.	0.7581	18.3875	0.0356	5.5812	0.2320
9.000	1.775	Máx.	0.6928	-5.5635	-0.0761	-0.1636	0.4094
		Mín.	0.1312	-20.9620	-0.3135	-2.0206	0.0893
		Dif.	0.5616	15.3984	0.2374	1.8570	0.3201
9.000	2.025	Máx.	0.3535	-4.3175	-0.1341	3.3843	0.3871
		Mín.	0.0785	-15.8503	-0.5451	-0.0945	0.0731
		Dif.	0.2750	11.5328	0.4110	3.4788	0.3140
9.000	2.275	Máx.	0.0501	-2.7499	-0.1710	6.7696	0.2582
		Mín.	0.0051	-10.3905	-0.6929	1.3913	0.0296
		Dif.	0.0449	7.6406	0.5219	5.3783	0.2286
9.000	2.525	Máx.	-0.0248	-1.1461	-0.1875	8.7218	0.0875
		Mín.	-0.1073	-4.8012	-0.7575	2.0339	-0.0285
		Dif.	0.0825	3.6551	0.5700	6.6879	0.1159
9.000	2.775	Máx.	-0.0056	1.2614	-0.1844	9.2075	0.0136
		Mín.	-0.0891	-1.9321	-0.7421	2.3393	-0.1299
		Dif.	0.0835	3.1935	0.5577	6.8683	0.1435
9.000	3.025	Máx.	0.0969	6.3972	-0.1619	8.2302	-0.0487
		Mín.	-0.0204	-0.3350	-0.6462	2.2951	-0.3058
		Dif.	0.1173	6.7321	0.4843	5.9351	0.2571
9.000	3.275	Máx.	0.4074	11.7681	-0.1196	5.8163	-0.0931
		Mín.	0.0814	1.2264	-0.4672	1.5423	-0.4111
		Dif.	0.3260	10.5417	0.3475	4.2740	0.3180
9.000	3.525	Máx.	0.6769	16.6443	-0.0601	2.7752	-0.0915
		Mín.	-0.0190	2.7197	-0.2134	0.3737	-0.4002
		Dif.	0.6959	13.9246	0.1533	2.4015	0.3086
9.000	3.750	Máx.	0.6769	18.8950	-0.0601	1.5423	-0.0329
		Mín.	-0.0190	3.4440	-0.2134	-4.7013	-0.3561
		Dif.	0.6959	15.4509	0.1533	6.2435	0.3232
9.250	0.300	Máx.	0.4457	-5.1678	-0.0610	-2.5973	0.1072
		Mín.	-0.0807	-21.5463	-0.2317	-11.1063	0.0186
		Dif.	0.5264	16.3785	0.1707	8.5089	0.0886
9.250	0.525	Máx.	0.4457	-4.3034	-0.0610	-0.7809	0.0790
		Mín.	-0.0807	-18.5393	-0.2317	-3.5465	-0.0035
		Dif.	0.5264	14.2359	0.1707	2.7656	0.0825
9.250	0.775	Máx.	0.4962	-2.6620	-0.0644	0.3542	0.0497
		Mín.	0.0895	-12.7881	-0.2569	-0.0648	-0.0433
		Dif.	0.4067	10.1261	0.1925	0.4190	0.0930
9.250	1.025	Máx.	0.3129	-1.3357	-0.0262	2.8124	0.0237
		Mín.	-0.0913	-8.0147	-0.1278	0.5337	-0.0859
		Dif.	0.4041	6.6790	0.1016	2.2787	0.1096

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
9.250	1.175	Máx.	0.3129	-0.7862	-0.0262	4.4168	0.0357
		Mín.	-0.0913	-5.9854	-0.1278	0.7365	-0.1466
		Dif.	0.4041	5.1992	0.1016	3.6803	0.1824
9.250	1.425	Máx.	1.0915	-7.7636	-0.0677	-3.8999	0.4246
		Mín.	0.0400	-30.0955	-0.2638	-14.7121	0.0808
		Dif.	1.0515	22.3319	0.1961	10.8122	0.3438
9.250	1.525	Máx.	1.0915	-7.1272	-0.0677	-1.9764	0.4703
		Mín.	0.0400	-27.4640	-0.2638	-7.8526	0.1146
		Dif.	1.0515	20.3368	0.1961	5.8762	0.3558
9.250	1.775	Máx.	0.8079	-5.8587	-0.1261	-0.1693	0.5954
		Mín.	0.1726	-22.0948	-0.5118	-2.0446	0.1472
		Dif.	0.6353	16.2361	0.3857	1.8753	0.4483
9.250	2.025	Máx.	0.1095	-4.5085	-0.1815	3.5285	0.5248
		Mín.	0.0062	-16.5112	-0.7372	-0.0536	0.1170
		Dif.	0.1033	12.0026	0.5557	3.5821	0.4078
9.250	2.275	Máx.	-0.0885	-2.8503	-0.2140	7.0291	0.3329
		Mín.	-0.3658	-10.7470	-0.8676	1.4547	0.0544
		Dif.	0.2773	7.8967	0.6536	5.5744	0.2785
9.250	2.525	Máx.	-0.1422	-1.1664	-0.2268	9.0227	0.0940
		Mín.	-0.5713	-4.8937	-0.9180	2.1082	-0.0218
		Dif.	0.4291	3.7273	0.6912	6.9145	0.1158
9.250	2.775	Máx.	-0.1382	1.3851	-0.2239	9.5023	0.0021
		Mín.	-0.5411	-1.9019	-0.9043	2.4127	-0.1694
		Dif.	0.4029	3.2870	0.6804	7.0896	0.1715
9.250	3.025	Máx.	-0.0548	6.7995	-0.2048	8.4680	-0.0771
		Mín.	-0.2698	-0.2246	-0.8228	2.3650	-0.4055
		Dif.	0.2149	7.0241	0.6180	6.1030	0.3284
9.250	3.275	Máx.	0.2720	12.4865	-0.1641	5.9255	-0.1395
		Mín.	0.0182	1.4167	-0.6522	1.5701	-0.5722
		Dif.	0.2538	11.0698	0.4881	4.3554	0.4327
9.250	3.525	Máx.	0.9717	17.8903	-0.0986	2.7591	-0.1498
		Mín.	0.0923	2.9469	-0.3898	0.3147	-0.5889
		Dif.	0.8794	14.9434	0.2912	2.4444	0.4391
9.250	3.750	Máx.	0.9717	20.5030	-0.0986	1.4427	-0.1012
		Mín.	0.0923	3.6706	-0.3898	-5.3566	-0.5339
		Dif.	0.8794	16.8324	0.2912	6.7993	0.4327
9.500	0.300	Máx.	0.4044	-4.8926	-0.0873	-2.4930	0.2631
		Mín.	-0.0641	-20.8582	-0.3710	-10.9046	0.0709
		Dif.	0.4685	15.9656	0.2837	8.4115	0.1922
9.500	0.525	Máx.	0.4044	-4.1784	-0.0873	-0.7551	0.1917
		Mín.	-0.0641	-18.3755	-0.3710	-3.5211	0.0295
		Dif.	0.4685	14.1971	0.2837	2.7660	0.1622
9.500	0.775	Máx.	0.0609	-2.5208	-0.1385	0.5459	0.0492
		Mín.	-0.0292	-12.6346	-0.5616	0.0057	-0.0429
		Dif.	0.0902	10.1138	0.4231	0.5402	0.0921
9.500	1.025	Máx.	0.1824	-0.6939	-0.1217	2.8282	-0.0195
		Mín.	-0.0956	-6.2331	-0.4720	0.5149	-0.1994
		Dif.	0.2780	5.5392	0.3502	2.3133	0.1800
9.500	1.175	Máx.	0.1824	0.1901	-0.1217	3.6068	-0.0334
		Mín.	-0.0956	-3.5679	-0.4720	0.4394	-0.3070
		Dif.	0.2780	3.7579	0.3502	3.1674	0.2736
9.500	1.425	Máx.	1.6179	-7.4396	-0.0597	-3.9611	0.6394
		Mín.	0.2588	-29.4037	-0.2677	-14.9986	0.1564
		Dif.	1.3591	21.9641	0.2079	11.0375	0.4830

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
9.500	1.525	Máx.	1.6179	-7.1900	-0.0597	-2.0935	0.6745
		Mín.	0.2588	-28.0716	-0.2677	-8.2970	0.1646
		Dif.	1.3591	20.8816	0.2079	6.2035	0.5099
9.500	1.775	Máx.	0.3851	-6.2649	-0.1756	-0.1659	0.7678
		Mín.	0.0632	-23.7718	-0.7198	-2.0658	0.1901
		Dif.	0.3219	17.5069	0.5442	1.8999	0.5777
9.500	2.025	Máx.	-0.1558	-4.8237	-0.2215	3.7709	0.6180
		Mín.	-0.6482	-17.6113	-0.8993	0.0162	0.1492
		Dif.	0.4923	12.7877	0.6778	3.7547	0.4688
9.500	2.275	Máx.	-0.2826	-2.9962	-0.2373	7.3687	0.3722
		Mín.	-1.1490	-11.2711	-0.9623	1.5378	0.0701
		Dif.	0.8664	8.2748	0.7250	5.8309	0.3020
9.500	2.525	Máx.	-0.3298	-1.1912	-0.2418	9.3876	0.0943
		Mín.	-1.3310	-5.0164	-0.9807	2.1981	-0.0165
		Dif.	1.0012	3.8252	0.7389	7.1896	0.1108
9.500	2.775	Máx.	-0.3252	1.5672	-0.2400	9.8650	-0.0065
		Mín.	-1.3011	-1.8575	-0.9733	2.5024	-0.1907
		Dif.	0.9759	3.4247	0.7333	7.3626	0.1842
9.500	3.025	Máx.	-0.2663	7.4722	-0.2308	8.7950	-0.0957
		Mín.	-1.0412	-0.0572	-0.9358	2.4500	-0.4658
		Dif.	0.7748	7.5294	0.7049	6.3450	0.3701
9.500	3.275	Máx.	-0.1113	13.7928	-0.2069	6.1272	-0.1710
		Mín.	-0.4001	1.7640	-0.8350	1.6268	-0.6976
		Dif.	0.2887	12.0288	0.6282	4.5004	0.5266
9.500	3.525	Máx.	0.8641	19.6015	-0.1444	2.7537	-0.1995
		Mín.	0.0841	3.5211	-0.5643	0.2382	-0.7910
		Dif.	0.7801	16.0804	0.4200	2.5154	0.5915
9.500	3.750	Máx.	0.8641	22.2468	-0.1444	1.2067	-0.1946
		Mín.	0.0841	4.3622	-0.5643	-6.0720	-0.7871
		Dif.	0.7801	17.8846	0.4200	7.2787	0.5925
9.750	0.300	Máx.	-0.4306	-6.5528	-0.1897	-2.9004	0.5658
		Mín.	-1.7566	-27.0561	-0.7770	-12.5132	0.1446
		Dif.	1.3260	20.5032	0.5873	9.6128	0.4213
9.750	0.525	Máx.	-0.4306	-5.1757	-0.1897	-0.6384	0.2664
		Mín.	-1.7566	-22.2112	-0.7770	-3.1978	0.0608
		Dif.	1.3260	17.0356	0.5873	2.5595	0.2056
9.750	0.775	Máx.	-0.5902	-2.4799	-0.1921	1.0273	0.0378
		Mín.	-2.3783	-12.9778	-0.7863	0.1591	-0.0311
		Dif.	1.7881	10.4979	0.5943	0.8682	0.0689
9.750	1.025	Máx.	-0.5823	0.0588	-0.1666	3.2584	-0.0587
		Mín.	-2.2464	-4.7214	-0.6910	0.6254	-0.2949
		Dif.	1.6641	4.7802	0.5244	2.6329	0.2362
9.750	1.175	Máx.	-0.5823	1.5082	-0.1666	3.5849	-0.1594
		Mín.	-2.2464	-3.3016	-0.6910	0.3159	-0.6834
		Dif.	1.6641	4.8098	0.5244	3.2690	0.5240
9.750	1.425	Máx.	-0.0128	-11.0613	-0.2033	-4.8782	1.0791
		Mín.	-0.5544	-43.4084	-0.8175	-18.2520	0.2634
		Dif.	0.5416	32.3471	0.6142	13.3738	0.8157
9.750	1.525	Máx.	-0.0128	-9.8309	-0.2033	-2.2244	0.7187
		Mín.	-0.5544	-38.3422	-0.8175	-8.8129	0.1758
		Dif.	0.5416	28.5114	0.6142	6.5885	0.5429
9.750	1.775	Máx.	-0.5084	-7.5191	-0.2176	-0.0524	0.6691
		Mín.	-2.1103	-28.7299	-0.8814	-1.9863	0.1660
		Dif.	1.6020	21.2108	0.6637	1.9338	0.5030

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
9.750	2.025	Máx.	-0.6698	-5.5178	-0.2098	4.1376	0.4963
		Mín.	-2.7396	-20.2667	-0.8516	0.1256	0.1239
		Dif.	2.0698	14.7490	0.6418	4.0120	0.3725
9.750	2.275	Máx.	-0.7277	-3.3707	-0.2067	7.7540	0.2897
		Mín.	-2.9673	-12.6606	-0.8400	1.6325	0.0573
		Dif.	2.2395	9.2899	0.6332	6.1215	0.2324
9.750	2.525	Máx.	-0.7460	-1.2412	-0.2056	9.7798	0.0717
		Mín.	-3.0382	-5.3530	-0.8357	2.2946	-0.0109
		Dif.	2.2922	4.1118	0.6302	7.4851	0.0826
9.750	2.775	Máx.	-0.7438	2.1304	-0.2052	10.2590	-0.0078
		Mín.	-3.0257	-1.7252	-0.8349	2.5997	-0.1497
		Dif.	2.2818	3.8556	0.6297	7.6594	0.1419
9.750	3.025	Máx.	-0.7195	9.2653	-0.2055	9.1862	-0.0781
		Mín.	-2.9183	0.4102	-0.8374	2.5468	-0.3697
		Dif.	2.1988	8.8552	0.6319	6.6394	0.2916
9.750	3.275	Máx.	-0.6491	17.0593	-0.2069	6.4991	-0.1422
		Mín.	-2.6008	2.6480	-0.8470	1.7378	-0.5800
		Dif.	1.9517	14.4113	0.6401	4.7613	0.4378
9.750	3.525	Máx.	-0.4463	25.8757	-0.2030	2.8418	-0.1876
		Mín.	-1.6555	5.1195	-0.8462	0.3097	-0.7479
		Dif.	1.2092	20.7562	0.6433	2.5322	0.5603
9.750	3.750	Máx.	-0.4463	30.6363	-0.2030	0.7177	-0.2973
		Mín.	-1.6555	6.2968	-0.8462	-8.3159	-1.1614
		Dif.	1.2092	24.3394	0.6433	9.0336	0.8642
9.900	0.525	Máx.	-1.0147	-5.1757	0.0840	-0.6384	0.0138
		Mín.	-4.1523	-22.2112	0.0192	-3.1978	0.0034
		Dif.	3.1376	17.0356	0.0648	2.5595	0.0104
9.900	0.775	Máx.	-1.0580	-2.4799	0.0840	1.0273	0.0000
		Mín.	-4.3267	-12.9778	0.0192	0.1591	-0.0000
		Dif.	3.2687	10.4979	0.0648	0.8682	0.0000
9.900	1.025	Máx.	-0.9905	0.0588	0.0840	3.2584	-0.0052
		Mín.	-4.0443	-4.7214	0.0192	0.6254	-0.0219
		Dif.	3.0538	4.7802	0.0648	2.6329	0.0167
9.900	1.525	Máx.	-0.8920	-9.8309	0.0792	-2.2244	0.0437
		Mín.	-3.6396	-38.3422	0.0181	-8.8129	0.0106
		Dif.	2.7476	28.5114	0.0612	6.5885	0.0331
9.900	1.775	Máx.	-1.0472	-7.5191	0.0792	-0.0524	0.0000
		Mín.	-4.2794	-28.7299	0.0181	-1.9863	0.0000
		Dif.	3.2322	21.2108	0.0612	1.9338	0.0000
9.900	2.025	Máx.	-1.0472	-5.5178	0.0792	4.1376	0.0000
		Mín.	-4.2794	-20.2667	0.0181	0.1256	0.0000
		Dif.	3.2322	14.7490	0.0612	4.0120	0.0000
9.900	2.275	Máx.	-1.0472	-3.3707	0.0792	7.7540	0.0000
		Mín.	-4.2794	-12.6606	0.0181	1.6325	0.0000
		Dif.	3.2322	9.2899	0.0612	6.1215	0.0000
9.900	2.525	Máx.	-1.0472	-1.2412	0.0792	9.7798	0.0000
		Mín.	-4.2794	-5.3530	0.0181	2.2946	-0.0000
		Dif.	3.2322	4.1118	0.0612	7.4851	0.0000
9.900	2.775	Máx.	-1.0472	2.1304	0.0792	10.2590	-0.0000
		Mín.	-4.2794	-1.7252	0.0181	2.5997	-0.0000
		Dif.	3.2322	3.8556	0.0612	7.6594	0.0000
9.900	3.025	Máx.	-1.0472	9.2653	0.0792	9.1862	-0.0000
		Mín.	-4.2794	0.4102	0.0181	2.5468	-0.0000
		Dif.	3.2322	8.8552	0.0612	6.6394	0.0000

Coord. X	Coord. Y		Cort. X	Cort. Y	Mom. X	Mom. Y	Mom. XY
9.900	3.275	Máx.	-1.0472	17.0593	0.0792	6.4991	-0.0000
		Mín.	-4.2794	2.6480	0.0181	1.7378	-0.0000
		Dif.	3.2322	14.4113	0.0612	4.7613	0.0000
9.900	3.525	Máx.	-1.0039	25.8757	0.0792	2.8418	-0.0034
		Mín.	-4.1050	5.1195	0.0181	0.3097	-0.0138
		Dif.	3.1011	20.7562	0.0612	2.5322	0.0104

ÍNDICE

1. CONSIDERACIÓN DE LOS EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN..... 2

CONSIDERACIÓN DE LOS EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN

Se podrán despreciar los efectos de segundo orden cuando en cada planta 'k' se verifique (NCSE-02, 3.8):

$$\theta = \frac{P_k \cdot d_k}{V_k \cdot h_k} < 0.10$$

Donde:

θ: Coeficiente de sensibilidad del desplome entre plantas (UNE-EN 1998-1:2011, 4.4.3.2)

P_k: Carga gravitatoria total por encima de la planta 'k'

d_k: Desplazamiento relativo entre la cabeza y pie de los soportes de la planta considerada

V_k: Cortante combinado correspondiente a la planta

h_k: Altura entre plantas

(3) Si $\theta_{mín} < \theta < \theta_{máx}$, los efectos de segundo orden pueden tenerse en cuenta, aproximadamente, mayorando los correspondientes efectos de la acción sísmica mediante un coeficiente igual a 1/1-θ. (UNE-EN 1998-1:2011, 4.4.3.2)

(4) El valor del coeficiente θ no debe superar $\theta_{máx}$. (UNE-EN 1998-1:2011, 4.4.3.2)

$q_{mín}$ **(X)** : *0.10*
$q_{mín}$ **(Y)** : *0.10*
$q_{máx}$ **(X)** : *0.30*
$q_{máx}$ **(Y)** : *0.30*

Sismo X1

Planta	P_i (kN)	h (m)	V_i		Δ		θ	
			$V_{i,x}$ (kN)	$V_{i,y}$ (kN)	Δ_x (cm)	Δ_y (cm)	θ_x	θ_y
Coronación Andén	434.51	1.70	146.02	0.07	0.01	0.00	--	--

Sismo Y1

Planta	P_i (kN)	h (m)	V_i		Δ		θ	
			$V_{i,x}$ (kN)	$V_{i,y}$ (kN)	Δ_x (cm)	Δ_y (cm)	θ_x	θ_y
Coronación Andén	434.51	1.70	1.33	30.14	0.00	0.02	--	--

ÍNDICE

1. MATERIALES..... 2
1.1. Hormigones..... 2
1.2. Aceros por elemento y posición..... 2
1.2.1. Aceros en barras..... 2
1.2.2. Aceros en perfiles..... 2

2. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS..... 2

3. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS..... 3

4. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 4
4.1. Muros..... 4

5. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN..... 5

6. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA..... 5
6.1. Resumido..... 6

1. MATERIALES

1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	32837

1.2. Aceros por elemento y posición

1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.00 a 1.15

1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S 275 (EN 1993-1-1)	275	210

2. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1 existente	Coronación Andén	25.0	0.00/1.70	Peso propio	143.6	-0.0	-6.8	-0.0	-5.1	0.1	51.7	0.0	2.0	-0.0	-5.1	0.1
				Cargas muertas	0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
				CM (Vallado)	-1.1	0.5	-0.4	0.2	-1.1	0.1	-1.1	0.1	1.4	0.2	-1.1	0.1
				CM (Pavimento)	12.1	-0.0	-0.3	0.0	2.1	0.0	12.1	-0.0	-3.8	0.0	2.1	0.0
				Sobrecarga (Uso A)	66.8	-0.0	-1.5	0.0	9.6	0.0	66.8	-0.0	-17.9	0.0	9.6	0.0
				Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Q (Uso A)	60.6	-0.0	-1.3	0.0	10.5	0.0	60.6	-0.0	-19.0	0.0	10.5	0.0
				Sismo X Modo 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sismo X Modo 2	0.0	104.9	0.0	65.3	0.0	-7.0	0.0	-6.0	-0.0	65.3	0.0	-7.0
				Sismo X Modo 3	-0.0	-4.9	0.0	-4.6	-0.0	3.0	-0.0	2.8	0.0	-4.6	-0.0	3.0
				Sismo Y Modo 1	-10.7	0.1	-3.4	0.1	-10.4	0.0	-10.7	0.0	14.2	0.1	-10.4	0.0
				Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sismo Y Modo 3	0.0	-1.9	0.0	-1.8	0.0	1.2	0.0	1.1	0.0	-1.8	0.0	1.2
M2 existente	Coronación Andén	25.0	0.00/1.70	Peso propio	163.2	-0.0	47.5	0.1	-5.2	-0.0	71.3	-0.2	56.4	0.1	-5.2	-0.0
				Cargas muertas	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.0	0.0
				CM (Vallado)	2.2	0.8	0.3	0.2	-0.2	0.5	2.2	0.5	0.7	0.2	-0.2	0.5
				CM (Pavimento)	14.0	-0.0	4.3	-0.0	-1.4	-0.0	14.0	0.0	6.6	-0.0	-1.4	-0.0
				Sobrecarga (Uso A)	73.5	-0.0	22.3	-0.0	-7.1	-0.0	73.5	0.0	34.3	-0.0	-7.1	-0.0
				Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Q (Uso A)	69.9	-0.0	21.3	-0.0	-6.8	-0.0	69.9	0.0	32.8	-0.0	-6.8	-0.0
				Sismo X Modo 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sismo X Modo 2	0.0	78.7	0.0	50.6	0.0	6.5	0.0	-7.3	-0.0	50.6	0.0	6.5
				Sismo X Modo 3	0.0	4.5	-0.0	-1.1	-0.0	6.5	0.0	6.5	0.0	-1.1	-0.0	6.5
				Sismo Y Modo 1	-4.2	0.0	-5.7	0.0	-15.5	0.0	-4.2	-0.0	20.5	0.0	-15.5	0.0
				Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sismo Y Modo 3	0.0	1.8	0.0	-0.5	0.0	2.6	0.0	2.6	0.0	-0.5	0.0	2.6
Muro Ampliación	Coronación Andén	25.0	0.00/1.70	Peso propio	166.2	0.0	49.9	-0.1	10.3	-0.0	74.2	0.1	32.3	-0.1	10.3	-0.0
				Cargas muertas	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				CM (Vallado)	5.9	0.9	1.7	-0.4	1.3	0.4	5.9	1.6	-0.5	-0.4	1.3	0.4
				CM (Pavimento)	10.9	0.0	3.3	0.0	-0.7	0.0	10.9	-0.0	4.5	0.0	-0.7	0.0
				Sobrecarga (Uso A)	60.6	0.0	18.3	0.0	-2.6	0.0	60.6	0.0	22.7	0.0	-2.6	0.0

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
				Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Q (Uso A)	54.4	0.0	16.4	0.0	-3.7	0.0	54.4	-0.0	22.7	0.0	-3.7	0.0
				Sismo X Modo 1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sismo X Modo 2	-0.0	64.3	-0.0	30.0	0.0	5.4	-0.0	13.3	-0.0	30.0	0.0	5.4
				Sismo X Modo 3	0.0	6.1	0.0	9.0	0.0	5.3	0.0	-9.3	0.0	9.0	0.0	5.3
				Sismo Y Modo 1	15.0	-0.0	2.4	-0.0	-4.3	-0.0	15.0	0.0	9.7	-0.0	-4.3	-0.0
				Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sismo Y Modo 3	0.0	2.4	0.0	3.6	0.0	2.1	0.0	-3.7	0.0	3.6	0.0	2.1

3. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Nota:

  Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Arranques sobre cimentación							
Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1 existente	Peso propio	143.6	-0.0	-6.8	-0.0	-5.1	0.1
	Cargas muertas	0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
	CM (Vallado)	-1.1	0.5	-0.4	0.2	-1.1	0.1
	CM (Pavimento)	12.1	-0.0	-0.3	0.0	2.1	0.0
	Sobrecarga (Uso A)	66.8	-0.0	-1.5	0.0	9.6	0.0
	Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q (Uso A)	60.6	-0.0	-1.3	0.0	10.5	0.0
	Sismo X Modo 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Sismo X Modo 2	0.0	104.9	0.0	65.3	0.0	-7.0
	Sismo X Modo 3	-0.0	-4.9	0.0	-4.6	-0.0	3.0
	Sismo Y Modo 1	-10.7	0.1	-3.4	0.1	-10.4	0.0
	Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
	Sismo Y Modo 3	0.0	-1.9	0.0	-1.8	0.0	1.2
M2 existente	Peso propio	163.2	-0.0	47.5	0.1	-5.2	-0.0
	Cargas muertas	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	CM (Vallado)	2.2	0.8	0.3	0.2	-0.2	0.5
	CM (Pavimento)	14.0	-0.0	4.3	-0.0	-1.4	-0.0
	Sobrecarga (Uso A)	73.5	-0.0	22.3	-0.0	-7.1	-0.0
	Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q (Uso A)	69.9	-0.0	21.3	-0.0	-6.8	-0.0
	Sismo X Modo 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Sismo X Modo 2	0.0	78.7	0.0	50.6	0.0	6.5
	Sismo X Modo 3	0.0	4.5	-0.0	-1.1	-0.0	6.5
	Sismo Y Modo 1	-4.2	0.0	-5.7	0.0	-15.5	0.0
	Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sismo Y Modo 3	0.0	1.8	0.0	-0.5	0.0	2.6
Muro Ampliación	Peso propio	166.2	0.0	49.9	-0.1	10.3	-0.0
	Cargas muertas	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	CM (Vallado)	5.9	0.9	1.7	-0.4	1.3	0.4
	CM (Pavimento)	10.9	0.0	3.3	0.0	-0.7	0.0
	Sobrecarga (Uso A)	60.6	0.0	18.3	0.0	-2.6	0.0
	Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q (Uso A)	54.4	0.0	16.4	0.0	-3.7	0.0
	Sismo X Modo 1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Sismo X Modo 2	-0.0	64.3	-0.0	30.0	0.0	5.4
	Sismo X Modo 3	0.0	6.1	0.0	9.0	0.0	5.3
	Sismo Y Modo 1	15.0	-0.0	2.4	-0.0	-4.3	-0.0
	Sismo Y Modo 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sismo Y Modo 3	0.0	2.4	0.0	3.6	0.0	2.1

4. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

4.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.
Ny : Axil horizontal.
Nxy: Axil tangencial.
Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).
My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).
Mxy: Momento torsor.
Qx : Cortante transversal vertical.
Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1 existente: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;3.88 -> Nudo final: 10.00;3.88]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Coronación Andén (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.66	-29.37	-2.72	3.46	-4.79	-0.81	0.15	---	---
	Arm. horz. der.	0.12	-26.14	-6.85	-0.59	0.52	-0.83	0.00	---	---
	Arm. vert. izq.	0.37	-39.99	-4.23	0.02	0.80	-0.04	0.02	---	---
	Arm. horz. izq.	0.05	-12.03	-3.39	10.38	-1.01	-0.22	-0.06	---	---
	Hormigón	1.93	-29.37	-2.72	3.46	-4.79	-0.81	0.15	---	---
	Arm. transve.	0.23	-24.69	-2.26	-1.63	---	---	---	-2.54	0.03

Muro M2 existente: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;1.30 -> Nudo final: 10.00;1.30]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Coronación Andén (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.41	-43.59	-4.96	-0.19	-0.87	1.36	0.03	---	---
	Arm. horz. der.	0.01	-11.56	-2.61	-7.76	-0.23	1.15	0.05	---	---
	Arm. vert. izq.	1.80	-31.89	-2.66	-2.52	17.10	2.16	0.18	---	---
	Arm. horz. izq.	0.32	-33.43	-7.03	-0.28	15.12	3.28	-0.01	---	---
	Hormigón	5.37	-31.89	-2.66	-2.52	17.10	2.16	0.18	---	---
	Arm. transve.	0.27	-16.16	-1.81	-2.34	---	---	---	3.03	-0.31

Muro Muro Ampliación: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;0.17 -> Nudo final: 10.00;0.17]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Coronación Andén (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.39	-41.56	-4.55	-1.26	-0.83	1.50	0.04	---	---
	Arm. horz. der.	0.02	-6.49	0.13	-0.04	2.57	-0.16	-0.38	---	---
	Arm. vert. izq.	1.39	-41.56	-4.55	-1.26	11.84	1.50	0.04	---	---
	Arm. horz. izq.	0.24	-30.73	-6.63	0.83	11.20	2.28	-0.01	---	---
	Hormigón	4.14	-41.56	-4.55	-1.26	11.84	1.50	0.04	---	---
	Arm. transve.	0.21	-27.27	-1.88	1.61	---	---	---	-1.93	1.29

5. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M1 existente: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;3.88 -> Nudo final: 10.00;3.88]

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación Andén	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/25 cm	Ø8c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2 existente: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;1.30 -> Nudo final: 10.00;1.30]

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación Andén	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/25 cm	Ø8c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro Muro Ampliación: Longitud: 1000 cm [Nudo inicial: 0.00;0.17 -> Nudo final: 10.00;0.17]

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación Andén	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/25 cm	Ø8c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

6. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

6.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	0.00	Peso propio	473.0	2365.2	888.5	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	0.4	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0
		CM (Vallado)	7.0	37.2	1.2	0.0	0.0	0.0
		CM (Pavimento)	37.0	185.0	74.4	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga (Uso A)	201.0	1004.8	404.2	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Q (Uso A)	185.0	925.0	371.9	0.0	0.0	0.0
		Sismo X Modo 1	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.3
		Sismo X Modo 2	0.0	247.9	0.1	145.8	0.0	-318.8
		Sismo X Modo 3	0.0	5.7	-0.0	3.3	-0.0	32.3
		Sismo Y Modo 1	0.0	0.1	-51.2	0.1	-30.1	-150.9
		Sismo Y Modo 2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
		Sismo Y Modo 3	0.0	2.3	-0.0	1.3	-0.0	12.8

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN..... 2

2. COMPROBACIÓN..... 2

1. DESCRIPCIÓN

Referencias	GEOMETRÍA	ARMADO
M1 existente	Longitud: 1000 cm Ancho total: 115 cm Vuelo a la izquierda: 45 cm Vuelo a la derecha: 45 cm Canto: 30 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³	Inferior Longitudinal: Ø12c/20 Inferior Transversal: Ø12c/25
M2 existente	Longitud: 1000 cm Ancho total: 122 cm Vuelo a la izquierda: 87 cm Vuelo a la derecha: 10 cm Canto: 30 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³	Inferior Longitudinal: Ø12c/25 Inferior Transversal: Ø12c/25
Muro Ampliación	Longitud: 1000 cm Ancho total: 107 cm Vuelo a la izquierda: 77 cm Vuelo a la derecha: 5 cm Canto: 30 cm Módulo de balasto: 47000 kN/m³	Inferior Longitudinal: Ø12c/25 Inferior Transversal: Ø12c/25

2. COMPROBACIÓN

Referencia: M1 existente
Dimensiones: 115 x 30
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.037 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.300 MPa Calculado: 0.038 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.046 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 852.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 764.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 56.88 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 102.42 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 88.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 42.8 kN/m²	Cumple

Referencia: M1 existente
Dimensiones: 115 x 30
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/25

Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - M1 existente:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido
- Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1210.75 kN

Referencia: M2 existente
Dimensiones: 122 x 30
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.300 MPa Calculado: 0.039 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.057 MPa	Cumple

Referencia: M2 existente
Dimensiones: 122 x 30
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25

Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1309.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 480.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 123.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 207.48 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 101.5 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 47.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - M2 existente:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo flexible
- Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.31
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN

Referencia: M2 existente Dimensiones: 122 x 30 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1210.75 kN		

Referencia: Muro Ampliación Dimensiones: 107 x 30 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.200 MPa Calculado: 0.040 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.300 MPa Calculado: 0.042 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.250 MPa Calculado: 0.049 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.053 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1623.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1075.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 119.72 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 233.18 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE*	Máximo: 6000 kN/m²	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 94.7 kN/m²	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 48.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - Muro Ampliación:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: Muro Ampliación Dimensiones: 107 x 30 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*	 Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.31		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1210.75 kN		

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

- **Nombres de las hipótesis**

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
CM (Vallado)	CM (Vallado)
CM (Pavimento)	CM (Pavimento)
Qa (A)	Sobrecarga (Uso A. Zonas residenciales)
Qa (A)	Sobrecarga (Uso A. Zonas residenciales)
Q (A)	Sobrecarga de uso (Uso A. Zonas residenciales)
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

- **Categorías de uso**
  - A. Zonas residenciales
  - A. Zonas residenciales
- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
  - CTE
  - Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- **E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero**
  - CTE
  - Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	0.800	0.800	0.800	0.800					
2	1.350	1.350	1.350	1.350					
3	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500				
4	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500				
5	0.800	0.800	0.800	0.800		1.500			
6	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500			
7	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050	1.500			
8	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500			
9	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500	1.050			
10	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050			
11	0.800	0.800	0.800	0.800			1.500		
12	1.350	1.350	1.350	1.350			1.500		
13	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050		1.500		
14	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050		1.500		
15	0.800	0.800	0.800	0.800		1.500	1.500		
16	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500		
17	0.800	0.800	0.800	0.800	1.050	1.500	1.500		
18	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500	1.500		
19	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500		1.050		
20	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500		1.050		
21	0.800	0.800	0.800	0.800	1.500	1.050	1.050		
22	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	0.300
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	-0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**
  CTE
  Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.600	1.600	1.600	1.600					
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600				
4	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600				
5	1.000	1.000	1.000	1.000		1.600			
6	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600			
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120	1.600			
8	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.600			
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600	1.120			
10	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120			
11	1.000	1.000	1.000	1.000			1.600		
12	1.600	1.600	1.600	1.600			1.600		
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120		1.600		
14	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120		1.600		
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.600	1.600		
16	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600	1.600		
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.120	1.600	1.600		
18	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.600	1.600		
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600		1.120		
20	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600		1.120		
21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120		
22	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-1.000	0.300
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-1.000	0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.300	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.300	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.300	0.300	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.300	0.300	1.000	-0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

- **E.L.U. de rotura. Acero conformado**
  EC
  Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- **E.L.U. de rotura. Acero laminado**
  EC
  Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- **E.L.U. de rotura. Madera**
  EC
  Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias y sísmicas

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.350	1.350	1.350	1.350					
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500				
4	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500				
5	1.000	1.000	1.000	1.000		1.500			
6	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500			
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050	1.500			
8	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500			
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500	1.050			
10	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050			
11	1.000	1.000	1.000	1.000			1.500		
12	1.350	1.350	1.350	1.350			1.500		
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050		1.500		
14	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050		1.500		
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.500	1.500		
16	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500		
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050	1.500	1.500		
18	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500	1.500		
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500		1.050		
20	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500		1.050		
21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050		
22	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-1.000	0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-1.000	0.300
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	1.000	-0.300

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300				
3	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600			
4	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600			
5	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600		
6	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600		
7	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600		
8	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600		

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

- **E.L.U. de rotura. Aluminio**
  EC
  Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.350	1.350	1.350	1.350					
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500				
4	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500				
5	1.000	1.000	1.000	1.000		1.500			
6	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500			
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050	1.500			
8	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500			
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500	1.050			
10	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050			
11	1.000	1.000	1.000	1.000			1.500		
12	1.350	1.350	1.350	1.350			1.500		
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050		1.500		
14	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050		1.500		
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.500	1.500		
16	1.350	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500		
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050	1.500	1.500		
18	1.350	1.350	1.350	1.350	1.050	1.500	1.500		
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500		1.050		
20	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500		1.050		
21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050		
22	1.350	1.350	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050		
23	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	-1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	-1.000
25	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-0.300	-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-0.300	-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-0.300	-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-0.300	-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-0.300	-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-0.300	-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		0.300	-1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		0.300	-1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	0.300	-1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	0.300	-1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	0.300	-1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	0.300	-1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	-0.300
40	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	-0.300
41	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-1.000	-0.300
42	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-1.000	-0.300
43	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-1.000	-0.300
44	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-1.000	-0.300
45	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-1.000	-0.300
46	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-1.000	-0.300
47	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	0.300
48	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-1.000	0.300
49	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-1.000	0.300
50	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-1.000	0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
51	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-1.000	0.300
52	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-1.000	0.300
53	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-1.000	0.300
54	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-1.000	0.300
55	1.000	1.000	1.000	1.000				0.300	1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			0.300	1.000
57	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		0.300	1.000
58	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		0.300	1.000
59	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	0.300	1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	0.300	1.000
61	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	0.300	1.000
62	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	0.300	1.000
63	1.000	1.000	1.000	1.000				-0.300	1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			-0.300	1.000
65	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		-0.300	1.000
66	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		-0.300	1.000
67	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	-0.300	1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	-0.300	1.000
69	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	-0.300	1.000
70	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	-0.300	1.000
71	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	0.300
72	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	0.300
73	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		1.000	0.300
74	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		1.000	0.300
75	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	1.000	0.300
76	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	1.000	0.300
77	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	1.000	0.300
78	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	1.000	0.300
79	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	-0.300
80	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300			1.000	-0.300
81	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600		1.000	-0.300
82	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600		1.000	-0.300
83	1.000	1.000	1.000	1.000			0.600	1.000	-0.300
84	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300		0.600	1.000	-0.300
85	1.000	1.000	1.000	1.000		0.600	0.600	1.000	-0.300
86	1.000	1.000	1.000	1.000	0.300	0.600	0.600	1.000	-0.300

Combinaciones

Nombre Obra: Anden petra v3.1 Fecha:03/02/26

- **Tensiones sobre el terreno**
  Acciones características
- **Desplazamientos**
  Acciones características

Comb.	PP	CM	CM (Vallado)	CM (Pavimento)	Qa (A)	Qa (A)	Q (A)	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
3	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		
7	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
9	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000	
10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			-1.000	
11	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		-1.000	
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		-1.000	
13	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	-1.000	
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	-1.000	
15	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	-1.000	
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-1.000	
17	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000	
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	
19	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000	
20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	
21	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000	
22	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	
23	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	
24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
25	1.000	1.000	1.000	1.000					-1.000
26	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000
27	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			-1.000
28	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			-1.000
29	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		-1.000
30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		-1.000
31	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		-1.000
32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		-1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000
34	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000
35	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000
37	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000
39	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		1.000
40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

ANEXO XI: ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES

Estudio de
PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES
de Estación Petra SFM

Estación de Petra
en la línea L4 (Enllaç-Manacor) P.K. 53+073 (07520 Petra)

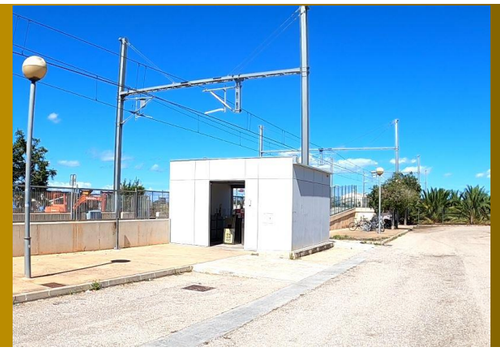
nº inventario:
PET

Fecha inspección:
28/08/2023
08/11/2023

Fecha informe:
14/10/2024

Consultor:
CIOPU PANTECNIA III U.T.E.

L4 (Enllaç-Manacor)
P.K. 53+073



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES, OBJETO Y CONTEXTO 2
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA 2
3. DESÓRDENES OBSERVADOS EN ESTRUCTURA 3
4. DIAGNOSIS Y POSIBLE EVOLUCIÓN 10
5. PROPUESTA DE ACTUACIONES 10
6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE ACTUACIONES 10
7. RESUMEN ACTUACIONES Y VALORACIÓN ECONÓMICA 11
8. CONCLUSIONES 12
ANEJO 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (PPTP) 13
ANEJO 2. LEYENDA DESÓRDENES 16
ANEJO 3. PRESUPUESTO ACTUACIONES DE REPARACIÓN 17

1. ANTECEDENTES, OBJETO Y CONTEXTO

1.1. Antecedentes

Los servicios que integran la Red Ferroviaria de Interés General de las Illes Balears (XFIGIB) están gestionados y explotados por la entidad pública empresarial Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM), regulada por el Decreto 10/1994, de 13 de enero, de constitución y organización de dicha entidad.

En febrero de 2021 se formaliza el contrato de "SERVICIOS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: "MEJORA DE ANDENES E INSTALACIÓN DE VÍA EN PLACA EN DIVERSAS ESTACIONES DE LA RED DE SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA (SFM) CONTR PA 2022/09 SERV (G234/2022)" con la consultora adjudicataria, la U.T.E. "CIOPU, S.L Y PANTECNIA CONSULTING, S.L. UNIÓN TEMPORAL DE EMPRESAS (CIOPU PANTECNIA III UTE)". La finalidad del Contrato es la redacción de informes de evaluación y proyectos de reparación de los andenes, edificaciones y mobiliario urbano asociado, de un conjunto de estaciones situadas en la red ferroviaria gestionada por SFM, así como el proyecto de instalación de vía en placa en un cierto número de ellas. En particular, se realizarán inspecciones de todas las estaciones incluidas en contrato, se redactarán informes de inspección de cada una de ellas sobre el estado de conservación y patologías detectadas en las mismas, en base a visitas de campo, al estudio de la información existente y a los ensayos realizados.

Como resultado de la campaña de inspecciones realizadas por técnicos de la UTE a la estación de Petra, en fechas 28/08/23 y 08/11/23, se emite Informe de inspección en fecha 15/01/24, en el que se detectan algunos desórdenes en la estructura de los andenes, los cuales se recomienda subsanar por los siguientes motivos, y así se hace constar al Administrador de la Infraestructura Ferroviaria (SFM). En primer lugar se trata de una tipología constructiva de forjado a base de losa armada maciza, sin aligerar y con armadura pasiva, lo que requiere de un armado en zona de tracción superior a otras tipologías constructivas. Durante la inspección se aprecian posibles deficiencias durante la ejecución de la estructura tales como desigual colocación de los encofrados de sustentación de los forjados, incorrecta colocación de armaduras y escaso recubrimiento de hormigón en paramentos tanto horizontales, como verticales, en múltiples zonas. Como consecuencia de todo lo anterior, y favorecido por la abundante humedad observada en el interior de los andenes, se aprecian daños a las armaduras y al hormigón, en forma de corrosión interna de las primeras y exposición al ambiente, y de lajación, agrietamiento y descamación del segundo. Como se ha indicado, debido a la tipología estructural del forjado es necesario que su armado inferior (zona de tracción), se encuentre en perfecto estado, para soportar los esfuerzos a que puede llegar a verse sometida la placa.

Así pues, con todo lo anterior y a petición de SFM se redacta el presente Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes de la Estación de Petra.

1.2. Objeto

El presente Estudio contiene una propuesta de actuaciones a acometer en las estructuras de los andenes de la estación de Petra, en base a las conclusiones del Informe de Inspección redactado por esta UTE en fecha 15/01/24, para la reparación de los desórdenes y patologías observados, así como para incrementar la durabilidad de las mismas.

Si bien se observaron otros desórdenes en otros ámbitos de la estación tales como edificios, mobiliario de estación, señalización, etc. el presente documento se centrará exclusivamente en la propuesta de medidas de reparación de la estructura resistente de los andenes.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

2.1. Descripción y tipología constructiva

La estación de Petra posee dos andenes, de 90 m de longitud cada uno, paralelos y con principio y final en idénticos PPKK, encontrándose ambos en servicio. El andén de vía 1 corresponde a sentido de circulación Manacor, mientras que el de vía 2 corresponde al sentido Palma.



Imagen. Andén vía 1 (izquierda), andén vía 2 (derecha)

Ambos andenes poseen rampa de acceso al suroeste que nace a partir del cruce entre andenes.

El andén de vía 1 es notablemente más ancho (5 m) que el de vía 2 (3 m). La tipología constructiva de ambos es de muros de hormigón prefabricado en paramentos verticales tanto de lado vía, como de lado calle. En cuanto al forjado de los andenes su tipología es de losa armada *in situ* sin aligerar, apoyada sobre los muros de andén en sus extremos.



Figura. Esquema estación

2.2. Presencia de cargas significativas sobre la estructura

2.2.1. Edificios

Pese a que existe una caseta de control de accesos (UTB) y un cuarto técnico en la estación, ninguno de los dos se encuentra sobre los andenes o en sus proximidades.

2.2.2. Marquesinas

La estación cuenta con una marquesina de estructura metálica y tipología empleada en otras estaciones de SFM. Se encuentra situada en el andén sur (vía 1). Debido a sus características se trata de una estructura ligera, no masiva, por lo que el efecto que su carga produzca sobre la estructura se estima poco significativo.

3. DESÓRDENES OBSERVADOS EN ESTRUCTURA

Según catálogo de desórdenes frecuentes de Anejo 2.

Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(HM) Humedades, exudación y filtraciones. Múltiples, en paramentos verticales de andenes, lado vía y lado calle. También en muro de bloque de rampas y en fisuras existentes en paramentos. **(EF) Eflorescencias/cristalización sales/costras /estalactitas.** Eflorescencias salinas visibles en ambos paramentos verticales, también costras negras acompañando zonas de humedades.	Elevada humedad, filtraciones al interior de los andenes	1	Paramentos verticales	Andenes	1	0	ALTA



















Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(FS0) Fisuras en el hormigón. Sin determinar. Se observan fisuras verticales en parte central de paneles de hormigón prefabricado, tanto en lado vía, como en lado calle, con probable origen en contracciones y dilataciones térmicas. **(FS2) Fisuras/Grietas de origen estructural (Flexión/Tracción).** Se aprecia fisura diagonal próxima a junta entre paneles de hormigón prefabricado con posible origen en asiento diferencial leve del andén. **(FS7) Fisuras/grietas en juntas. No estructurales.** Se observa fisuración en juntas y próxima a éstas, con orígenes probables diversos.	Dilataciones y contracciones térmicas. Asientos diferenciales. Relleno de juntas con material inadecuado.	1	Paramentos verticales	Andenes	0	1	ALTA












Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(EJN3) Deficiente sellado de juntas. Se observan juntas de dilatación con pérdida de material de relleno y humedad en junta. **(REP1) Fallo de la reparación superficial con mortero.** Se observan aparentes reparaciones con mortero en juntas, material que resulta inadecuado para este fin por su elevada rigidez, que no han resultado satisfactorias.	Humedad, dilataciones y contracciones térmicas. Fallo sellado de junta. Actuaciones de reparación.	1	Paramentos verticales	Andenes	0	0	ALTA







Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(CON3) Defectos superficie hormigón: Segregación, nido grava. Se observan coqueras en muro de ambos andenes, lado vía.	Defecto de construcción	1	Paramentos verticales	Andenes	0	0	MEDIA



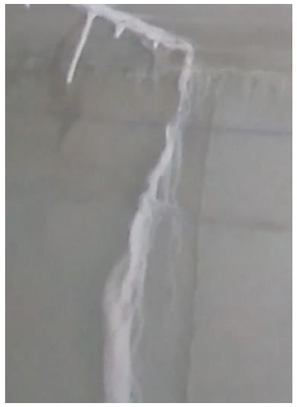

Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(REP1) Fallo de la reparación superficial con mortero. Se observa empleo de mortero en juntas de dilatación que ha resultado fisurado. **(CAR1) Corrosión de las armaduras. Fisuras y delaminaciones.** Se observan fisuraciones del hormigón con origen probable en corrosión interna de armaduras, en las que se aprecia deposición de óxido por circulación habitual de agua. **(CAR2) Lajación de hormigón (spalling)/pérdida recubrimiento. (CAR3) Corrosión armadura. Pérdida de sección/armadura expuesta. (CAR4) Pérdida de sección de hormigón por corrosión de armadura.** Se aprecian desprendimientos de hormigón con armaduras expuestas en estado de corrosión. **(HM) Humedades, exudación y filtraciones.** Abundante humedad y exudación en paramentos verticales. En particular se observa en zona coincidente con vegetación de parcela adyacente. **(EF) Eflorescencias/cristalización sales/costras /estalactitas.** Presencia de eflorescencias y acumulación de sales en fisuras de los paramentos.	Actuaciones de reparación. Dilataciones y contracciones térmicas. Corrosión interna de armaduras. Humedad elevada en parcela adyacente. Defectos de impermeabilización. Falta de ventilación.	2	Paramentos verticales interiores	Andenes	1	2	ALTA





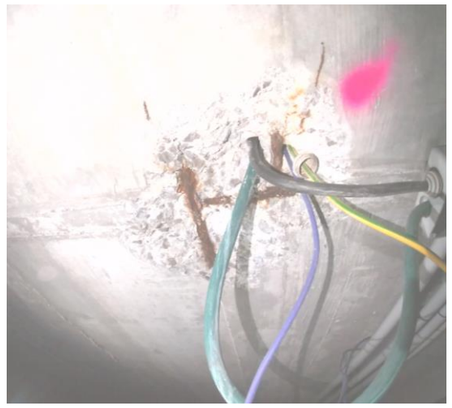




Desorden o anomalía:	*Origen/causa posible:*	*Evolución*	*Elemento*	*Zona*	*Gravedad:*	*Extensión*	*Accesibilidad*
(CON1) Defectos de construcción (especificar). Se observan defectos constructivos durante el hormigonado *in situ* del forjado de andén consistentes en pérdida de material entre juntas de paneles del encofrado, diferentes alturas de paneles de madera y ausencia de recubrimiento adecuado de armaduras. Igualmente se detecta lo que parecen restos metálicos de alambres asomando en la cara inferior del forjado. Por otra parte se han perforado orificios para pasado de cableado de luminarias que han dejado al descubierto las armaduras del forjado, encontrándose éstas en proceso de corrosión. **(HM) Humedades, exudación y filtraciones.** Existe abundante humedad en forjado del andén con origen en filtraciones externas por deficiente impermeabilización, presencia de fisuras abiertas y ausencia de ventilación suficiente. **(EF) Eflorescencias/cristalización sales/costras /estalactitas.** Abundante presencia de eflorescencias en cara inferior de forjado de andenes, con estalactitas de origen salino y/o calcáreo. Su presencia es indicativo de filtraciones a través de las fisuras existentes en el forjado, lo que evidencia circulación de agua a través del mismo y posible afección tanto al hormigón, como a las armaduras. **(CAR1) Corrosión de las armaduras. Fisuras y delaminaciones. (CAR2) Lajación de hormigón (spalling)/pérdida recubrimiento. (CAR3) Corrosión armadura. Pérdida de sección/armadura expuesta. (CAR4) Pérdida de sección de hormigón por corrosión de armadura.** Se observan abundantes ejemplos de fisuración, lajación y desprendimiento de hormigón con origen en corrosión interna de armaduras. Múltiples armaduras expuestas en avanzado estado de corrosión. **(ANT3) Acumulación de materiales. Detritus. Vertederos.** Existen restos del hormigón desprendido en el interior de ambos andenes.	Defectos constructivos. Deficiente impermeabilización. Elevada fisuración con circulación de agua. Ausencia de ventilación.	2	Paramentos horizontales interiores	Andenes	1	2	ALTA






























4. DIAGNOSIS Y POSIBLE EVOLUCIÓN

La estructura se encuentra en un estado de conservación **DEFICIENTE,** manteniendo por ahora gran parte de su capacidad estructural y funcional. No se han observado signos o desórdenes evidentes que pueden asociarse a un defectuoso comportamiento estructural; no obstante se han apreciado procesos activos que pueden afectar a la capacidad estructural a medio o largo plazo.

A continuación se hace diagnóstico del estado de los elementos que conforman los andenes:

- **Cimientos y terreno de apoyo:** la cimentación de los andenes no es directamente visible; pese a ello no se observan patologías o deformaciones en el terreno circundante a la misma. No se aprecia erosión, socavación o descalce bajo los andenes en ningún punto.
- **Estado general de elementos portantes y subestructura:** no se han observado hundimientos o deformaciones evidentes en el andén, tampoco desórdenes en los paramentos verticales asociados a patologías estructurales de gravedad. Sí se ha detectado posible asiento diferencial leve de una parte del andén respecto de otra.
  Se aprecia batería de desórdenes asociados a la humedad, tales como presencia de humedades, ennegrecimiento por humedad, costras negras, eflorescencias, estalactitas de origen salino, existencia de exudación y agua en interior de andenes y otros. Debido a ello y teniendo en cuenta que una pobre impermeabilización del forjado del andén y sus juntas de unión podría afectar no sólo a los paramentos verticales externos, sino también a la estructura interna del propio andén (forjado y paramentos verticales), se hace necesario lograr una impermeabilización adecuada del andén.
  La corrosión de armaduras es un fenómeno que se produce en el interior del hormigón y que conforme avanza se manifiesta exteriormente. Pese a no observarse de manera significativa en los paramentos exteriores de los andenes, la inspección del interior de ambos revela la existencia de abundante corrosión interna de armaduras, tanto en paramentos verticales, como de forjado, en especial del andén de vía 2. Ello se manifiesta en forma de lajación y descamación del hormigón de recubrimiento, fisuración y exposición de armaduras. No es descartable no obstante que múltiples zonas de ambos andenes en que todavía no es apreciable el proceso presenten dicho fenómeno, encontrándose éste activo en el interior de la estructura sin manifestación externa. La sospecha es especialmente significativa en aquellos puntos con elevada fisuración y formación de eflorescencias, sales y estalactitas, donde el discurrir del agua por el interior de la estructura se hace evidente. La mala calidad del hormigón (elevada porosidad), una deficiente impermeabilización bajo el pavimento, la elevada fisuración de la estructura y el insuficiente recubrimiento de las armaduras serían los principales motivos por los que se habría producido esta patología, junto con abundantes ciclos de humedecimiento y secado y con defectos constructivos que seguidamente se indicarán.
  Se observa numerosa fisuración en parte inferior de los forjados con origen probable en la retracción del hormigón durante su puesta en obra y curado, así como en fenómenos de dilatación y contracción térmicas de la estructura. Como se ha indicado, se aprecia circulación habitual de agua por el interior del forjado a la vista de los numerosos depósitos salinos y formación de estalactitas existentes.
  Del mismo modo existe fisuración vertical abundante de paramentos de paneles de hormigón prefabricado por probables contracciones y dilataciones térmicas, amén de los fenómenos de corrosión interna de armaduras ya comentados. Se observan algunas deficiencias en el sellado de juntas de dilatación o unión de paneles.
  Tanto juntas, como fisuras deberían ser selladas correctamente a nivel superficial a fin de evitar la penetración de agentes agresivos y la corrosión de armaduras. En el caso de juntas de dilatación deberían ser además rellenadas con material que permita las dilataciones y contracciones térmicas.
  En este sentido se ha observado como se han llevado a cabo trabajos de rellenado de fisuras y juntas, con rebose de material que ha quedado adherido al paramento. También se ha empleado mortero para sellado de juntas de dilatación, material del todo inadecuado para este fin debido a su rigidez y fragilidad, resultando en rotura y desprendimiento del mismo.
  Se observa fisuración de revestimientos en parte con muro de bloque, lo que puede facilitar la entrada de humedad y agentes agresivos con el hormigón, acelerando el deterioro del mismo. Por su parte, en muros de lado vía se ha detectado presencia aislada de coqueras o defectos tipo “nido grava”, que pueden igualmente permitir la entrada de humedad y agentes agresivos con el hormigón y las armaduras.
  Se aprecia daño por abrasión horizontal por contacto con el material móvil ferroviario, aunque de escasa profundidad y relevancia.
  A pesar de la amplia batería de patologías detectadas no se observan desplomes de paramentos verticales de andén.
  Se han detectado algunos defectos constructivos tales como coqueras en algunas secciones de muros de hormigón prefabricado; también disposición incorrecta de los paneles de encofrado de forjado de andenes, que ha producido rebose de material por las juntas, así como diferencias de cota de la superficie del hormigón y por tanto deficiencias en el espesor del recubrimiento. Esto ha facilitado en algunos puntos el afloramiento de las armaduras y su exposición a la humedad, lo que ha producido corrosión de las mismas. Por último se aprecian lo que parecen restos de ferralla en parte inferior de forjado hormigonado, encontrándose también en estado de corrosión.
- **Estado general de los elementos auxiliares:** se observa pérdida de material de relleno en algunas juntas y defectos en su sellado. Se observan operaciones de mantenimiento, sellado o reparación de juntas horizontales cuyo exceso de material discurrió por el paramento vertical quedando adherido al mismo. En juntas de pavimento se aprecia pérdida de material y algo de vegetación, aunque de escasa entidad.
  En cuanto a los elementos de drenaje no se aprecia presencia de sistemas o dispositivos al efecto en los andenes inspeccionados.
  Tampoco se aprecian rejillas o conductos de ventilación en interior de los andenes.
- **Estado general de la superestructura:** Se aprecia ennegrecimiento por humedad, fisuración y roturas, aunque no desprendimiento de piezas de borde completas. Se observa un amplio número de piezas de borde aseguradas con elementos roscados para prevenir o ralentizar su caída. Tampoco se observa desplome significativo de piezas de borde. En cuanto al estado del pavimento del andén se tratará en su apartado correspondiente.

5. PROPUESTA DE ACTUACIONES

Las siguientes actuaciones se han formulado en base a la estrategia de mantener en servicio los andenes **por tiempo indefinido** con criterios de minimización del coste del ciclo de vida (reducir la necesidad de conservación periódica extraordinaria). Los **objetivos** de esta estrategia serían:

- **Detener o ralentizar los procesos de deterioro activos,** los visibles y aquellos que aún no se han manifestado externamente a fin de evitar que aparezcan daños en otras zonas en pocos años.
- **Incrementar la durabilidad** de las estructuras protegiéndolas y subsanando sus carencias intrínsecas que favorecen su deterioro por corrosión.

Para alcanzar estos objetivos se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones:

a. **Reemplazo de sellado de juntas** de dilatación **con pérdida de material** o **con sellado inadecuado**. Rellenado de junta con material que permita dilataciones térmicas.

b. **Inyección de grietas (> 2 mm)** y **sellado superficial de fisuras (< 2 mm)** tanto en paramentos verticales, como horizontales.

c. **Reparación de hormigón** con daños por humedad, corrosión de armaduras o por ejecución de orificios. **Pasivación de armaduras expuestas** y tapado de las mismas con mortero.

d. Incremento de recubrimientos de hormigón o alternativamente **tratamiento mediante mortero cementoso elástico** a la totalidad de las superficies de la estructura expuestas.

e. **Impermeabilización** bajo pavimentos de andenes.

f. Creación de **sistemas de ventilación** y **aireación** de paramentos interiores de andenes.

g. **Rellenado con mortero de cemento** en zonas con deficiencias o recubrimiento insuficiente originados por un mal encofrado del hormigón, en particular en cara inferior de forjado de andén de vía 2.

Las actuaciones anteriormente descritas pueden requerir para su correcta y completa ejecución de otras unidades de obra tales como:

- Despeje y desbroce en paramentos de lado calle de ambos andenes.
- Picado y demolición completa de pavimento de andenes.
- Impermeabilización mediante lámina asfáltica o equivalente, bajo pavimento de andén.
- Retirada de mobiliario y equipos de andenes.
- Colocación de tubos para paso de conexiones en orificios practicados a cubrir.
- Vaciado y desescombro de interior de andenes.
- Otros.

Todos estos conceptos se consideran auxiliares y no serán valorados, siendo objeto de valoración únicamente las actuaciones descritas en los puntos a – g.

6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE ACTUACIONES

A continuación se incluye resumen de la valoración económica de las actuaciones a realizar. Se incluye en el ANEJO 3 presupuesto detallado.

Código	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio	Importe
01.01	m^2	Limpieza intensa y preparación de superficie de hormigón, sin andamiaje	159,50	23,97	3.823,22
01.02	m^2	Reparación superficial de paramentos de hormigón, sin andamiaje	147,50	74,44	10.979,90
01.03	m^2	Pasivación de armaduras	147,50	6,18	911,55
01.04	m^2	Protección e impermeabilización de elementos de hormigón, sin andamiaje	1.350,00	34,81	46.993,50
01.05	m	Sustitución del sellado de junta dilatación	15,70	12,80	200,96
01.06	ud	Rej toma ext air 200x200 mm	10,00	40,26	402,60
01.07	ud	Perforación vía seca muro hormigón armado, diámetro 200 mm	10,00	60,46	604,60
01.08	m	Sellado fisura elastomérico	254,40	12,19	3.101,14
01.09	m	Inyección fisura c/resina epoxi	83,20	13,20	1.098,24
01.10	dm^3	Restauración vol horm c/mto trad	360,00	5,07	1.933,20
					70.048,91

7. RESUMEN ACTUACIONES Y VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación se indican de manera individual y resumida las actuaciones a desarrollar para la subsanación de cada uno de los desórdenes detectados. La valoración económica estimada se detalla para cada actuación de manera individualizada a título informativo, si bien múltiples desórdenes poseen idénticas actuaciones a realizar para su subsanación; es por ello que en la valoración económica final se sumarán los importes contemplándose la realización de todas ellas, por lo que dicho importe **no se corresponderá** con la suma de las valoraciones individuales a continuación mostradas:

Desorden o patología: fisuración transversal en cara inferior de forjados de andenes con origen probable en retracción del hormigón durante su puesta en obra y curado. Filtraciones por fisuras y formación de eflorescencias salinas y estalactitas.				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Longitud estimada a sellar:**	240,00	m
Paramento(s) afectado(s):	Cara inferior forjado andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Picado y demolición de pavimento de andén.	-		
	Limpieza de depósitos salinos, eflorescencias, restos de óxido y otros en fisuras.	287,64 €		
	Inyección de fisuras < 2 mm en ambas caras del forjado con resina epoxi especial para inyección de fisuras.	316,80 €		
	Sellado de grietas > 2 mm mediante adhesivo tixotrópico.	2.633,04 €		
	Impermeabilización mediante lámina asfáltica bajo nuevo pavimento de andén.	-		
	Pavimentado andén	-		
	Revestimiento cara inferior de paramento con mortero cementoso elástico	25.063,20 €		
		TOTAL val. económica actuación:	**28.300,68 €**	

Desorden o patología: recubrimiento insuficiente, defectos derivados de un encofrado irregular o deficientemente alineado.				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Volumen estimado de afección:**	360	dm^3
Paramento(s) afectado(s):	Cara inferior forjado andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Rellenado con mortero de cemento	1.933,20 €		
		TOTAL val. económica actuación:	**1.933,20 €**	

Desorden o patología: armaduras expuestas por perforación de orificio para paso de instalaciones.				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Superficie estimada de afección:**	36,00	m^2
Paramento(s) afectado(s):	Cara inferior forjado andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Limpieza intensa y preparación superficie	862,92 €		
	Reparación superficial del hormigón	2.679,84 €		
	Pasivación de armaduras	220,48 €		
		TOTAL val. económica actuación:	**3.763,24 €**	

Desorden o patología: armaduras expuestas por fenómenos de corrosión interna y lajación del hormigón.				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Superficie estimada de afección:**	76,50	m^2
Paramento(s) afectado(s):	Cara inferior forjado andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Limpieza intensa y preparación superficie	1.833,71 €		
	Reparación superficial del hormigón	5.694,66 €		
	Pasivación de armaduras	472,77 €		
		TOTAL val. económica actuación:	**8.001,14 €**	

Desorden o patología: juntas de dilatación sin adecuado sellado				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Superficie estimada de afección:**	16,00	m
Paramento(s) afectado(s):	Paramentos verticales	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Sustitución del sellado de junta de dilatación	200,96 €		
		TOTAL val. económica actuación:	**200,96 €**	

Desorden o patología: grietas y fisuras no selladas en paramentos verticales de andenes con orígenes probables en retracción del hormigón, dilataciones y contracciones térmicas y pequeños asientos diferenciales de la estructura.				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Longitud estimada a sellar:**	97,60	m
Paramento(s) afectado(s):	Paramentos verticales	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Limpieza de depósitos salinos, eflorescencias, restos de óxido y otros en fisuras.		838,95 €	
	Inyección de fisuras < 2 mm en ambas caras del forjado con resina epoxi especial para inyección de fisuras.		781,44 €	
	Sellado de grietas > 2 mm mediante adhesivo tixotrópico.		468,10 €	
	Revestimiento de paramentos con mortero cementoso elástico		21.930,30 €	
		TOTAL val. económica actuación:	**23.550,69 €**	

Desorden o patología: armaduras expuestas por fenómenos de corrosión interna y lajación del hormigón				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Superficie estimada de afección:**	35,00	m^2
Paramento(s) afectado(s):	Paramentos interiores de andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Elevado	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Reparación superficial del hormigón		2.605,40 €	
	Pasivación de armaduras		216,30 €	
		TOTAL val. económica actuación:	**2.821,70 €**	

Desorden o patología: elevada acumulación de humedad ambiental y en superficies interiores de andenes				
Andén(es) afectado(s):	Vía 1 y 2	**Superficie estimada de afección:**	5562,00	m^2
Paramento(s) afectado(s):	Paramentos interiores de andén	**Potencial de afección a la durabilidad:**	Medio	
	**Actuación a realizar:**	**Valoración económica actuación:**		
	Picado y demolición de pavimento de andén		-	
	Impermeabilización bajo pavimento		-	
	Revestimiento de paramentos con mortero cementoso elástico		46.993,50 €	
	Perforación de orificios en paramentos verticales lado vía		604,60 €	
	Instalación de rejillas de ventilación		402,60 €	
		TOTAL val. económica actuación:	**48.000,70 €**	

8. CONCLUSIONES

Las actuaciones propuestas de protección y mejora de las estructuras existentes en la estación de Petra podrían requerir de actuaciones adicionales no contempladas, derivadas de daños ocultos que no han podido ser observados en las inspecciones llevadas a cabo por esta UTE. Igualmente, para acometer alguna de las soluciones propuestas puede ser necesario realizar labores previas de demolición o modificación de elementos de superestructura o instalaciones, tal y como se indica en la descripción de las mismas.

La totalidad de las actuaciones sugeridas en el presente documento se ejecutarán conforme al criterio y a la estrategia de conservación que establezca SFM.

Este documento consta de **18** páginas numeradas y 3 anejos.

Palma, a 14 de octubre de 2024

El técnico redactor

Fdo. D. Juan José Clemente Tirado
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Col. 12772

Ciopu-Pantecnia III U.T.E.

ANEJO 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (PPTP)

1. Pasivación de armaduras

Definición

El producto SIKA TOP ARMATEC 110 es un revestimiento anticorrosión a base de cemento y resinas epoxi modificadas, de tres componentes, para la protección de las armaduras del hormigón frente a la corrosión y como capa de adherencia.

Ejecución

Una vez que se haya realizado la limpieza con chorro de arena, se procederá a realizar una inspección del puente con objeto de detectar todas las armaduras que, como consecuencia de la eliminación del hormigón superficial en mal estado, hayan quedado al aire.

Estas armaduras en caso de que estén oxidadas será necesario proceder a su pasivación. La pasivación de las armaduras se realizará de la siguiente forma:

- Se descubrirán las armaduras totalmente, picando toda la longitud de la zona afectada más dos veces el diámetro de la barra a cada lado de la zona corroída. El picado deberá dejar al descubierto la armadura en toda su profundidad, con objeto de asegurar un correcto tratamiento. El soporte deberá quedar exento de partes sueltas o mal adheridas.
- Posteriormente se procederá a su limpieza mediante chorro de arena "grado sa 2 1/2" o mediante cepillo de púas metálicas "grado st 3" (norma sis055900) hasta conseguir eliminar todos los restos de óxido y que el acero obtenga el grado necesario.
- Una vez eliminados los posibles restos de óxidos, se pasivarán las armaduras con un revestimiento anticorrosión y capa de adherencia para las armaduras del hormigón, a base de cemento y resinas epoxi modificadas tipo Sika Top Armatec 110 epocem o equivalente, pasta de cemento mejorada con resinas epoxi e inhibidores de la corrosión, aplicado en dos manos, espolvoreando arena de cuarzo en la segunda mano.
- Posteriormente se procederá a la reparación de la superficie del hormigón mediante mortero tixotrópico monocomponente tipo Sika Monotop 612 o equivalente (Ver art 636 de este pliego), a base de cemento y cargas especiales, resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras de poliamida.
- Se deberán pasivar a su vez, aquellas otras armaduras que tras quedarse vistas mediante un proceso de demolición se han quedado vistas y se considere necesario su Pasivación. Tal es el caso de la hidrodemolición de la losa sobre estructuras debido a la disposición del nuevo sistema de contención.

En caso de que en las zonas tratadas se aprecie la existencia de armaduras en mal estado, corroídas y con pérdida de sección importante, será necesario proceder a la reposición de éstas, mediante la introducción de una cuantía igual o superior a la preexistente, respetando en todo momento las longitudes de solape que marca el CE. La pérdida de sección estimada que se deberá pasivar será cuando la pérdida de sección sea superior al 10% y la zona dañada no resulte crítica dentro de la estructura. En caso de que la pérdida de sección media detectada sea igual o superior al 30%, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección de las Obras el estado del puente, identificando y evaluando de forma precisa el estado y nivel de daños, para su evaluación estructural decidiendo, en función de la posición de los daños la conveniencia o no de su refuerzo.

Preparación de la superficie

El sustrato debe estar libre de polvo, suciedad, aceites, grasas, eflorescencias, manchas de óxido o capas de pintura.

Se debe limpiar preferentemente por hidrolavado a alta presión. Los mejores resultados se obtendrán sobre sustratos secos y absorbentes.

Temperatura de aplicación: La temperatura ambiente y la del sustrato deben estar comprendidas entre los 5ºC y 40ºC.

Aplicación del Sika Top Armatec 110 epocem o equivalente.

Aplicar sobre la armadura limpia y decapada de óxido una mano de 0.5-1 mm de espesor aproximado, utilizando una brocha de pelo duro, rodillo o pistola.

Dejar secar durante al menos 2-3 horas (a 20ºC) antes de aplicar la segunda capada igual espesor, y dejar transcurrir un período de tiempo similar al anterior antes de aplicar el mortero de reparación.

IMPORTANTE:

- Respetar rigurosamente las proporciones de la mezcla indicadas.
- No añadir agua a la mezcla.

Medición y abono

La medición y abono de la presente partida se realizará por superficie de paramento realmente reparado, en m^2.

2. Reparaciones superficiales del hormigón

El Sika Monotop 610 o equivalente se trata de un revestimiento de adherencia y protección de las armaduras que se deberá aplicar en la reparación de desconchones previamente a la aplicación de los morteros de reparación.

El Sika Monotop 612 o equivalente es un mortero tixotrópico monocomponente, a base de cemento y cargas especiales, resinas sintéticas, humo de sílice y reforzado con fibras de poliamida, apropiado para trabajos de reparación en espesores de 0,5 a 3,0 cm de espesor de trabajo.

Ejecución

El Contratista deberá marcar en obra las zonas que se encuentren en mal estado, debiendo aprobar la Dirección de las Obras la ejecución de los trabajos. El saneo consistirá en el picado y saneado de las superficies que se encuentren en mal estado de conservación, sueltas o mal adheridas y que presenten síntomas de envejecimiento, lajaciones, desconchones, armaduras vistas, hasta encontrar una superficie sana de hormigón. Las zonas dudosas se golpearán con martillo y se comprobará el estado del hormigón, como criterio, siendo necesario la aceptación del mismo por la parte de la Dirección Facultativa, se considerarán zonas a tratar aquellas en las que el rebote de un esclerómetro, tenga una correspondencia inferior a 150 kg/cm2. Las partes sanas y que no presenten daños no deberán picarse ni sanearse. La armadura que quedase vista durante la operación de picado y saneo será pasivada, según los criterios expuestos en el respectivo apartado de pasivación.

Los trabajos en altura con riesgo de caída al vacío, como puedan ser el picado de los arcos y montantes o en estribos y muros en altura, se tomarán cuantas medidas sean necesarias para garantizar la integridad de los operarios durante la realización de los trabajos, disponiendo de arneses anticaídas amarrados a puntos seguros. Si los trabajos se hiciesen con medios elevadores auxiliares (tipo camión cesta o equivalente) antes de iniciarse los trabajos, se realizará una prueba en vacío de la estabilidad del camión barriendo toda el área de los trabajos manteniendo el posicionamiento del camión.

El mortero de reparación se deberá adoptar en cada caso en función de los espesores a recrecer. Se utilizará Sika Monotop 612 o equivalente cuando los espesores de mortero a reponer sean pequeños, de hasta 3 cm de espesor. En caso de que los espesores a reparar resulten mayores que los previstos se deberá sustituir el mortero por el Sika Monotop 618 o equivalente, que permita la puesta en obra de capas de hasta 8 cm de espesor.

Al inicio de los trabajos de restitución de los diferentes, se deberá realizar un estudio de las dosificaciones de mortero a utilizar en las obras así como diferentes tramos de prueba en los que se compruebe la correcta adherencia de los morteros de reparación al hormigón existente. La Dirección de Obra decidirá sobre la idoneidad de utilizar un mortero de reparación u otro en función de los casos en base a los resultados de los tramos de prueba realizados.

Así mismo, en el caso de espesores importantes, se deberá estudiar el procedimiento de la puesta en obra del mortero, disponiendo un armado superficial que garantice la adherencia y durabilidad del mortero según se define en los planos del proyecto. Así mismo, el Contratista podrá proponer otros sistemas constructivos que estime oportunos a la Dirección de las Obras en función de los espesores a reponer así como de la geometría de las zonas a tratar y sanear.

Preparación de la superficie

El soporte deberá estar sano, limpio, exento de grasas, aceites, polvo, partes huecas o mal adheridas, lechadas superficiales; por tanto, en caso necesario, se hará una preparación del mismo utilizando preferentemente medios mecánicos.

Los soportes absorbentes se humedecerán previamente hasta saturación, evitándose el encharcamiento y comenzándose a aplicar el producto cuando las superficies adquieran un aspecto mate.

En el caso de que existan armaduras oxidadas se procederá a su limpieza mediante chorro de arena, grado Sa 2 1/2 o mediante cepillo de púas metálicas, grado St 3, Norma SIS055900, antes de la aplicación de dos manos de Sika Top Armatec 610 Epocem o equivalente, como tratamiento y protección anticorrosión.
Previa a la ejecución y aplicación del mortero de reparación, se deberá aplicar un revestimiento de adherencia (Sika Monotop 610 o equivalente) que actúe como puente de unión entre el hormigón existente y el mortero de reparación. Este revestimiento de adherencia deberá estar compuesto por cemento, de un componente, mejorado con resina sintética y humo de sílice. La dotación prevista que se deberá aplicar será de 1,50-2,00kg/m2 de producto por metro cuadrado tratado.
En todo momento se deberán seguir y respetar las recomendaciones técnicas de aplicación y puesta en obra del revestimiento de acuerdo a las exigencias establecidas por el fabricante.
Mezcla y colocación (Sika Monotop 612 ó equivalente)
La aplicación del producto se realizará siguiendo en todo momento las recomendaciones establecidas por la marca que lo fabrica y/o comercializa.

El mezclado se hará utilizando preferentemente una batidora eléctrica de baja velocidad, para lo cual se vierte en un recipiente adecuado la cantidad de agua necesaria según la consistencia que se desee obtener, se añade gradualmente el producto y se mezcla durante 2-3 minutos hasta conseguir una masa totalmente homogénea.

Si bien puede obtenerse la consistencia requerida variando las proporciones de mezcla, se recomienda amasar con el 14,5% de agua respecto al peso del mortero seco.

La colocación del adhesivo se puede hacer con espátula, llana o paleta, o proyección mecánica vía húmeda. El sistema más efectivo debe determinarse en la obra. El acabado puede conseguirse mediante una esponja humedecida un fratás de madera o poliestireno expandido (Porexpan) a partir de que comience el fraguado del mortero.

Mezcla y colocación (Sika Monotop 618 o equivalente).

La aplicación del producto se realizará siguiendo en todo momento las recomendaciones establecidas por la marca que lo fabrica y/o comercializa.

El mezclado se hará utilizando preferentemente una batidora eléctrica de baja velocidad, para lo cual se vierte en un recipiente adecuado la cantidad de agua necesaria según la consistencia que se desee obtener, se añade gradualmente el producto y se mezcla durante 2-3 minutos hasta conseguir una masa totalmente homogénea.

Si bien puede obtenerse la consistencia requerida variando las proporciones de mezcla, se recomienda amasar con el 15,5% de agua respecto al peso del mortero seco.

La colocación del adhesivo se puede hacer con espátula, llana o paleta. El sistema más efectivo debe determinarse en la obra. El acabado puede conseguirse mediante una esponja humedecida, fratás de madera o poliestireno expandido (Porexpan) a partir de que comience el fraguado del mortero.

Curado

El mortero deberá protegerse del viento, del sol y de las heladas durante su endurecimiento. Para evitar una desecación excesivamente rápida se adoptarán las medidas pertinentes, mediante cualquiera de los métodos habituales de curado, tales como arpilleras húmedas, láminas de poliestireno o el producto de curado antisol o equivalente.

Medición y abono

Las unidades de obra se medirán y abonarán en metros lineales (m) realmente ejecutados en obra. Todas las unidades se abonarán según el precio correspondiente que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

Dentro del precio de la unidad de la regularización superficial de vigas de hormigón, se considera incluida la parte proporcional de reparación de daños con morteros específicos en las superficies tratadas.

Dentro del precio de las unidades se consideran incluidos el coste de la mano de obra, los materiales así como aquellos medios auxiliares, encofrados especialmente, que resultaran necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Así mismo, se considera incluido dentro del precio de la unidad la aplicación de un tratamiento de adherencia tipo Sika Monotop 610 o similar.

3. Pinturas de protección del hormigón

Definición

Pintado sobre hormigón en paramento horizontal o vertical para protección frente a la carbonatacion y sellado de fisuras mediante recubrimiento de una dispersión monocomponente de resinas altamente elásticas, con una dotación de 1,2 kg/m² en tres manos, incluso limpieza de la superficie

Ejecución de las obras

Previo pintado de las superficies de hormigón, se prepararán éstas para dotarlas de la mayor adherencia, mediante desengrasado y secado del material de soporte. La buena preparación preliminar de las superficies a unir es una condición indispensable para el éxito de la adhesión.

En todos los casos la superficie debe estar exenta de grasas, pintura, óxido y polvo. El soporte debe estar sano, compacto, limpio y exento de polvo, suciedad, lechadas superficiales, partículas sueltas, restos de desencofrantes y restos de otros oficios. Los restos de armaduras de atado de enconfrados serán cortados previamente a esta actuación. Si en la superficie anexa se aprecia un hormigón alterado se picará y sanearán la zona próxima a la armadura, recuperando la superficie mediante un mortero de reparación.

Los soportes deberán presentar una resistencia a tracción compatible con el sistema a aplicar.

La humedad del soporte a 2 cm de profundidad debe ser inferior al 5%
La aplicación se realizará con medios auxiliares manuales, así como andamiaje dotado de las debidas protecciones colectivas.

Medición y abono.

Se abonará por metro cuadrado, de acuerdo con la unidad correspondiente del Cuadro de Precios del proyecto, e incluirá la limpieza de la zona de actuación y ayudas necesarias para la retirada del lugar de trabajo de los escombros generados, carga sobre camión y transporte interior de la obra hasta lugar de acopio.

4. Juntas de dilatación en muros y soleras

Definición

Dispositivo que permite los movimientos relativos entre dos partes de una estructura con origen en dilataciones y contracciones térmicas de la misma.

Poseerá un ancho en muros de 5 cm y de 2 cm en forjados y pavimentos de andenes. El sistema empleado consistirá en:

- Junta de PVC con perfil en laberinto embebida en el hormigón entre las dos b paredes de la junta de dilatación. Tendrá núcleo central hueco y deberá ser estanca (colocada y deformada). A continuación, se rellenaría la junta con poliestirenos expandido.
- Sellado superficial mediante masilla de poliuretano apta para colocación en contacto con agua potable y en situación de inmersión permanente en agua. Deberá tener una capacidad de movimiento permanente del veinticinco por ciento (25%) o superior de su anchura de junta. Se deberá disponer el correspondiente fondo de junta y los labios de la misma deberán ser limpiados y tratados con la correspondiente imprimación de adherencia.
- Junta EPDM sobre el hormigón entre las dos paredes de la junta de dilatación.
- Esta junta consiste en:
  - Imprimación en un ancho de 50-60 cm, (30 cm a cada lado del eje de la junta) con resina de poliuretano bicomponente a razón de 0,2-0,3 kg/ml.
  - Aplicación a quince centímetros (15 cm) de la junta masilla rígida de poliuretano bicomponente.
  - Colocación de una banda de EPDM agujereada en los extremos de treinta centímetros (30 cm) de anchura.
- Enmasillado de los bordes de la junta con masilla rígida de poliuretano bicomponente.
- Revestimiento elástico de la junta con resina de poliuretano bicomponente con un consumo de 0,2-0,3 kg/ml aplicado en una sola capa.

Se colocarán juntas de dilatación:

- Cada 20 m como máximo
- Donde cambie la altura del muro
- Donde cambie la profundidad del plano de cimentación
- En todo cambio de dirección en planta.

Medición y abono

Se medirá y abonarán los metros lineales de junta de dilatación realmente ejecutados, de conformidad con lo especificado en el Cuadro de Precios nº1 del Presupuesto de Proyecto. El precio incluirá la parte proporcional de operaciones de corte y demolición, perforaciones, resina epoxi, pernos, anclajes químicos y selladores necesarios para su correcta ejecución.

5. Taladros en el hormigón

Los taladros se deberán realizar según las necesidades derivadas de los Planos de actuaciones, en donde se indican las longitudes de los elementos a atravesar, los diámetros a utilizar así como la posición de los mismos.

Los taladros se ejecutarán preferiblemente a rotopercusión garantizando la obtención de una superficie rugosa de acuerdo al Código Estructural que mejore la adherencia. Los taladros se deberán replantear previamente con pachómetro antes de su ejecución evitando dañar la armadura existente.

En casos debidamente justificados, y siempre bajo la autorización de la Dirección Facultativa, los taladros podrán realizarse a rotación simple con corona de diamante, debiéndose repasar posteriormente con rotopercusión para conseguir una superficie rugosa. Esta técnica no podrá utilizarse en zonas por donde discurran cables de pretensado o las armaduras principales de la estructura.

Salvo caso expresamente justificado, se respetará un mínimo de 7,5 cm de resguardo del eje de los taladros a los bordes del hormigón para diámetros de taladros menores de 30mm y de 10 cm para el resto.

Se extremarán todas las precauciones en la ejecución de los taladros realizados en zonas donde exista un peligro potencial de caída al vacío, disponiéndose de una línea de vida para garantizar el amarre de los operarios.

Medición y abono

La medición y abono de la presente partida se realizará por unidad de taladro completamente ejecutada.

6. Inyección y sellado de fisuras en el hormigón

Para el sellado externo de fisuras menores de 2 mm, y asegurar su estanqueidad antes de posteriores trabajos de reparación.

Sikadur 52 o equivalente es un sistema de dos componentes, resina epoxi y endurecedor, líquidos transparentes ambarinos, ambos de gran fluidez lograda sin el añadido de solventes. Posee perfecta capacidad de penetración en soportes a base de cemento. Puede ser aplicado sobre superficies húmedas. Posee elevadas resistencias mecánicas. Es duro pero no quebradizo. Endurece sin retracción. Peso específico: 1,1 kg/l.

Sikadur 31 Adhesivo o equivalente es un adhesivo de dos componentes basado en resinas epoxídicas modificadas, que endurece rápidamente. Se entrega predosificado en 2 componentes, listos para mezclar. Recién preparado es una masa de color gris, colocable a espátula, fácil de extender, no escurre y no contiene solventes.

Condiciones de ejecución

Inyección de fisuras

La superficie de las zonas de hormigón que se vayan a reparar deberán estar sanas, limpias, exentas de grasas, aceites y lechadas superficiales. Si existen armaduras con óxidos, estos deberán eliminarse.

Previo a la inyección y el sellado de las fisuras, se deberá realizar un levantamiento de un mapa de fisuras de todos los elementos vistos, señalando aquellas fisuras que tengan una abertura mayor de 0,2mm y de las grietas.

Criterio de inyección:

- Se inyectarán todas las fisuras cuyo ancho sea mayor de 0,2 mm y menor de 2 mm antes de iniciar la inyección se realizará un mapa de fisuras en obra y se someterá a la aprobación de la dirección facultativa.
- Se sellarán todas las grietas >2 mm.

Procedimiento de inyección de fisuras:

1. Las fisuras y las grietas a tratar deberán sanearse y posteriormente soplarse con aire comprimido limpio.
2. Posteriormente se sellarán las fisuras mediante adhesivo tixotrópico tipo Sikadur 31 o equivalente aplicado con llana o espátula. También se procederá a colocar los tubos inyectores, espaciados a lo largo de la fisura con una distribución aproximada de 3 inyectores por metro.
3. El relleno de fisuras se hará a presión constante mediante equipo de inyección a través de unos tubos de plástico transparentes y flexibles, acoplados a los inyectores metálicos. La inyección se realizará con resina epoxi de alta resistencia tipo Sikadur 52 o equivalente. Antes de comenzar la inyección se deberá comprobar con aire comprimido que los tubos de inyección están conectados entre sí.
4. Esta operación deberá ejecutarse de abajo a arriba, manteniendo la presión constante, hasta que el líquido de inyección aparezca por el tubo situado en un plano superior. En este momento se estrangula el macarrón y se ata con alambre, continuándose el proceso así sucesivamente.
5. Cuando el mortero haya endurecido, se quitan los tubitos cortándolos con radial o tijeras adecuadas.
6. Finalmente, se rematará el sellado de la fisura, en especial en las zonas ocupadas por los inyectores una vez retirados éstos.
7. Una vez endurecido el sellado, será necesario comprobar la correcta adherencia mediante martillo.
8. Precauciones de ejecución.

En general, se deberán respetar los siguientes límites:

- Ancho máximo de las fisuras: 5 mm.
- Temperatura máxima del soporte 25°C.
- Temperatura mínima del soporte: 10°C.
- Edad mínima del hormigón: 3 a 6 semanas, según los climas.

Tener en cuenta que el post-life de 2 kg. de mezcla de ambos componentes varía en función de su temperatura entre 10 minutos a 30°C y 2 hs. a 5°C.

Deben respetarse las siguientes normas de aplicación:

- Nunca elevar excesivamente la presión: puede deteriorar todo el sistema armado para la inyección y provocar accidentes personales. Puede, también, dar origen a resquebrajamientos o nuevas fisuras. Si el material no fluye, buscar la causa en algún taponamiento o en que el producto ya comenzó a endurecer por temperaturas altas, cantidades inadecuadas o retrasos indebidos. En todos los casos, no forzar.
- Durante la inyección, es indispensable emplear gafas de seguridad o mejor casco con visera y guantes.
- El Componente B puede producir, en algunos casos, irritación en la piel o mucosas. Mantener la higiene; si entra en contacto con los ojos, lavar con abundante agua y consultar al médico.
- En caso de ventilación insuficiente, emplear protección respiratoria.

Mezcla y colocación (Sikadur 31 ó equivalente)

Colocar la totalidad del endurecedor negro (Componente B) en el recipiente donde está la resina blanca (Componente A); mezclar perfectamente a mano o mecánicamente, según la cantidad que se esté trabajando. El adhesivo está bien mezclado cuando su color gris es absolutamente homogéneo, sin vetas y sin restos de distinto color en las paredes o en el fondo del envase.

La colocación del adhesivo se puede hacer con espátula, llana, cuchara, peine de distribución o con guantes. El sistema más efectivo debe determinarse en la obra. Durante el endurecimiento, el producto genera calor. A fin de evitar un sobrecalentamiento, con la consecuencia de una contracción y fisuras, el espesor de capa a colocar deberá ser de 2 cm como máximo.

Mezcla y colocación (Sikadur 52 ó equivalente)

Se mezclan los Componentes A y B entre sí hasta total homogeneidad; debe quedar un líquido transparente sin veteados.

Se coloca el producto en el recipiente del dispositivo adecuado para el trabajo. Se conecta con manguera plástica la salida del equipo y el tubo de inyección que se halle más bajo, suponiendo el caso de fisuras verticales.

Enviar entonces, el producto a presión manteniendo ésta en un nivel razonable de acuerdo al caso, y constante hasta que el líquido aparezca por el tubo inmediato superior. Cerrar el primero y pasar a inyectar por el segundo. Así sucesivamente, hasta completar el tratamiento de toda la línea.

La clausura de los tubos puede hacerse apretándolos con una pinza adecuada si son de bronce o aluminio, o doblando sobre sí un trozo de la manguera plástica y arrollándola con alambre.

Una vez endurecido el material, los tubos y auxiliares que debieran unirse a la superficie pueden eliminarse. Para casos simples, como grietas horizontales o accesibles desde arriba, puede hacerse el llenado por simple vertido y dejando que el producto fluya por gravedad.

Reparación de hormigón degradado en zona de apoyos anclados

Esta actuación se centra en la inyección mediante lechada de cemento del plano o planos de discontinuidad existentes en las posibles zonas de hormigón degradado en las inmediaciones de los apoyos anclados.

Tras el fresado completo del pavimento en plataforma, se comprobarán las zonas de hormigón degradado en las inmediaciones de los apoyos anclados.

A continuación se procederá al replanteo de los taladros, asegurando que en ningún caso se dañan los cables de pretensado. A continuación se comenzará a la realización de los taladros según el replanteo aproximado que figura en los planos. A medida que se ejecute un taladro, se procederá a su inyección con lechada de cemento 1:1 mediante tubo manguito, manteniendo una presión de 10 bares.
Durante el proceso de inyección se vigilará que no existan fugas de lechada por la zona de estribos, en cuyo caso se procederá a detener la inyección. Se deberá dejar endurecer la lechada, y replantear un nuevo taladro en las inmediaciones del actual, procediendo a la inyección del nuevo taladro. Nuevamente, se volverá a comprobar la no existencia de fugas de lechada, repitiendo el proceso anterior tantas veces como sea necesario, hasta que se verifique la no existencia de fugas de lechada.
Terminado el proceso de inyección, se procederá al sellado de todos y cada uno de los orificios que resultan al retirar el tubo manguito de los taladros de inyección, mediante un mortero fluido tipo Sika 618 o similar.

Medición y abono

El sellado de fisuras correspondiente a esta unidad de pliego se considera incluida dentro del precio de la reparación superficial del hormigón, según lo explicitado en el Cuadro de Precios nº1.

Antes de comenzar las operaciones de sellado e inyección de fisuras, el Contratista deberá realizar un mapa de fisuras y una estimación de los trabajos a realizar, evaluando la medición a realizar “in situ”, debiendo decidir la Dirección de las Obras los desvíos de medición asumibles por el Contratista en función de las fisuras medidas en Proyecto y las existentes realmente en la obra. No será objeto de medición y abono las fisuras tratadas por el Contratista en exceso de la medición inicial sin antes contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

La reparación de las zonas de hormigón degradado se medirá y abonará incluidas dentro del precio de la reparación superficial del hormigón, según lo explicitado en el Cuadro de Precios nº1. El precio incluye la identificación de las zonas de hormigón degradado, el replanteo y ejecución de al menos cuatro taladros, la inyección con lechada de los mismos y el posterior sellado. Asimismo, está incluido en el precio la ejecución e inyección de tantos taladros adicionales como resulte necesario en el caso de que se produzcan fugas de lechada por la zona de estribos

7. Mortero cementoso elástico

Se empleará como revestimiento en muros de andenes mortero cementoso bicomponente impermeable y elástico de 4-6 mm de espesor, a base de aglomerantes cementosos, áridos seleccionados de grano fino, fibras sintéticas, aditivos especiales y polímeros sintéticos en dispersión acuosa.

Características de los materiales

El mortero debe ser estable y elástico en todas las condiciones ambientales y totalmente impermeable al agua hasta una presión positiva de 1,5 atmósferas y a las agresiones químicas de sales descongelantes, sulfatos, cloruros y anhídrido carbónico.

Deberá cumplir con las siguientes prescripciones:

- Resistencia a tracción superficial. Ensayada mediante tracción directa aplicada con dinamómetro de lectura digital hasta el arrancamiento de un disco dispuesto a tal fin. La resistencia a la tracción presentará en cualquier caso un valor mínimo de 1 N/mm2. Los ensayos de pull-off realizados muestran que los soportes de vigas y pilares cumplen esta última condición, como también lo harán las zonas reparadas.
- Estado de la superficie. Se controlará especialmente la presencia de lechada de cemento, su porosidad, la presencia de suciedad y contaminantes, etc. Deberá evitarse la presencia de cualquier sustancia que pueda dificultar la adherencia de los materiales a aplicar.
- Temperatura superficial. Mediante termómetro de contacto. La temperatura del soporte no será inferior en ningún caso a +5ºC o superior a +40ºC.

El producto debe cumplir los requisitos mínimos de la norma EN 1504-2 revestimiento (C), según los principios PI, MC e IR, para la protección del hormigón y tener las siguientes características de prestaciones:

- Adherencia al hormigón (EN 1542): después de 28 días a +20°C y 50% de H.R. (N/mm²): 1,3.
- Compatibilidad térmica a los ciclos de hielo-deshielo con sales de deshielo, medida como adherencia (EN 1542) (N/mm²): 0,9.

- Adherencia al hormigón (EN 1542): después de 7 días a +20°C y 50% H.R. + 21 días en agua (N/mm²): 0,9.
- Elasticidad expresada como alargamiento (DIN 53504 mod.): después de 28 días a +20°C y 50% de H.R. (%): 120.
- Puenteo de fisuras estático expresado como anchura máxima de las fisuras (EN 1062-7): después de 28 días a +20°C y 50% de H.R.(mm): clase A5 (+20°C) > 2,5 mm.
- Puenteo de fisuras dinámico expresado como resistencia a los ciclos de fisuración (EN 1062-7): clase B4.2 (+20°C) después de 20.000 ciclos de fisuración.
- Permeabilidad al vapor de agua (EN ISO 7783-1): espesor de aire equivalente SD (m): SD = 3,6 μ = 1.800.
- Impermeabilidad al agua expresada como absorción capilar (EN 1062-3) (kg/m²·h0,5): < 0,05.
- Permeabilidad al anhídrido carbónico (CO2) (EN 1062-6): difusión en espesor de aire equivalente SDCO2 (m): > 50.
- Reacción al fuego (EN 13501-1) (Euroclase): E.
- Consumo (por mm de espesor) (kg/m²): aprox. 1,6.

Condiciones de ejecución

El revestimiento protector se aplicará en las superficies vistas y accesibles generando una barrera física frente a la entrada de agua y otros agentes agresivos.

En general se aplicará en los paramentos de las siguientes zonas:

- Zonas más expuestas a la escorrentía y retención de agua: cara superior, inferior y borde de la losa, paramento de la cornisa superior.
- Zonas reparadas.
- Zonas con indicios de procesos activos de corrosión (fisuración, etc.)
- Zonas con fisuras de otro origen que la corrosión, incluso vivas hasta w<1.5mm: fisuras estructurales, térmicas o termohigrométricas.

Ejecución de las obras

Preparación del soporte. Las superficies de trabajo se tratarán de forma que en el momento de la aplicación de los diferentes materiales se encuentren en condiciones de facilitar la adherencia de estos. Se emplearán los métodos descritos en apartado anterior.

Se eliminarán de la superficie de trabajo lechadas superficiales, manchas, suciedad, partes mal adheridas o carbonatadas y restos de otras aplicaciones mediante chorro de agua a alta presión, incluidos medios auxiliares, materiales y limpieza del lugar de trabajo, y protección ambiental precisa contra la contaminación de polvo.

El soporte tendrá una resistencia a tracción mínima de 1 N/mm² y presentará una porosidad y rugosidad superficial suficiente para facilitar la adherencia de los productos. El soporte deberá estar húmedo, pero no presentar charcos o acumulaciones de agua.

Medición y abono

Se abonarán los metros cuadrados realmente puestos en obra, incluyendo la limpieza y humectación del soporte. También se incluye la colocación de una malla de fibra de vidrio entre la primera y la segunda capa en aquellas zonas en las que el soporte presente microfisuras o elementos particularmente solicitados.

ANEJO 2. LEYENDA DESÓRDENES

GRAVEDAD

0: Daño de intensidad baja/ poca probabilidad de dejar de ejercer su función
1: Daño de intensidad media/ media probabilidad de dejar de ejercer su función
2: Daño de intensidad elevada/ alta probabilidad de dejar de ejercer su función
3: Daño de intensidad muy elevada / fallo, ha dejado de ejercer su función

EXTENSIÓN

0: Afección menor del 25%
1: Afección 25%-50%
2: Afección 50%-75%
3: Afección mayor del 75 %

EVOLUCIÓN

0: No evoluciona
1: Velocidad lenta y ambiente no agresivo
2: Velocidad baja y ambiente agresivo
3: Velocidad alta y ambiente agresivo

ACCESIBILIDAD ALTA

Reparaciones fácilmente accesibles para el equipo o maquinaria que tenga que realizarlos: pequeños andamios, cesta con camión grúa a menos de 15 m de alcance.
No es necesario realizar cortes de tráfico para la realización de estas obras, o el corte de estos tiene poca importancia.
No hay servicios afectados

ACCESIBILIDAD MEDIA

Se necesita utilizar andamios de considerable altura.
Se precisan cimbras de pequeño volumen para el soporte de los elementos.
Se precisa recurrir a grúas de más de 15 m de alcance.
Se necesita realizar caminos de acceso o plataformas de pequeña magnitud para llegar a la base del elemento.
Se requieren cortes de tráfico parciales en vías de importante densidad.
Es necesario retirar otros elementos para que luego puedan ser reutilizados.
Se requieren medidas especiales para la protección de las personas.
Los servicios afectados no implican obras importantes para su reposición (conducciones, cables adosados al tablero, etc.)

ACCESIBILIDAD BAJA

Se requieren andamios especiales, cimbras exentas o de gran volumen.
Se debe usar grúas de más de 60 m de alcance.
Se necesita realizar una obra auxiliar o camino para desviar el tráfico.
Se afecta al tráfico ferroviario.
La obra se realizará bajo agua profunda, con buzos u otros medios especiales.
Se requiere realizar penínsulas artificiales, recintos con tablestacas o plataformas especialmente importantes.
Se necesita demoler o retirar otros elementos que luego deben ser repuestos.
Son precisas obras auxiliares para protección temporal en cauces o pueden verse afectados servicios de importancia: conducciones o alcantarillado importante, líneas AT, catenarias de FFCC.

ANEJO 3. PRESUPUESTO ACTUACIONES DE REPARACIÓN

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Estudio actuaciones reparación estación de Petra (T.M. de Petra)

pantecnia — CIOPU

LISTADO DE PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 ACTUACIONES DE REPARACIÓN				
01.01	Limpieza intensa y preparación de superficie de hormigón en paramentos verticales y horizontales que no requieran andamiaje, para la posterior reparación superficial y aplicación de productos protectores, eliminando capas antiguas, lechadas superficiales, pinturas o cualquier otro tipo de grasa o suciedad del soporte, mediante proyección de chorro abrasivo. Incluso p.p. de picado manual para la eliminación de elementos sueltos, impropios, zonas con pérdidas de cohesión u oquedades y limpieza manual en zonas no accesibles o trabajables con el chorro. La superficie quedará rugosa para asegurar la adherencia de los morteros (CSP3/CSP9 en función del espesor). Las superficies de acero o armadura vista se tratarán hasta grado SA 2 1/2 UNE EN ISO 8501-1. Incluso retirada de los restos generados.	m²	159,50	23,97	3.823,22
01.02	Reparación superficial de paramentos verticales y horizontales de hormigón sin necesitar andamiaje para su puesta en obra, con rotura o lajación del recubrimiento, en capa de 25 mm de espesor medio, con acabado superficial fratasado con esponja o fratás, realizada con mortero tixotrópico monocomponente, de retracción compensada, reforzado con fibras, de clase R3 tipo PCC para reparaciones estructurales (según UNE EN 1504-3), Euroclase A1 de reacción al fuego. Aplicado en varias capas si fuera necesario, resistente a los sulfatos, de elevada resistencia mecánica con una resistencia a compresión a 28 días mayor o igual a 40 N/mm² y una resistencia a compresión a las 24 horas >18 N/mm2, y un módulo E>20.000 MPa , según prEN 13412, con un consumo de 2 Kg/m2 por cada mm de espesor. Con perfilado de aristas. Incluido equipo mezcladora-bombeadora y medios de seguridad y protección reglamentarios conforme a normativa vigente. Aplicación y preparación del soporte según se especifica en la ficha técnica de los productos.	m²	147,50	74,44	10.979,90
01.03	Pasivación y tratamiento de protección frente a la corrosión de armaduras mediante la aplicación de dispersion acrílica con un rendimiento 0.25 kg/m2.	m²	147,50	6,18	911,55
01.04	Protección e impermeabilización de elementos verticales y horizontales de hormigón sin necesitar andamiaje para su puesta en obra, mediante mortero cementoso impermeable bicomponente deformable y elástico, a base de aglomerantes cementosos, áridos seleccionados de grano fino, fibras sintéticas, aditivos especiales y polímeros sintéticos en dispersión acuosa; impermeable al agua y al CO2, resistente a sulfatos; resiste hasta presión de 5 atm en espesor de 4 mm (rendimiento 1,5 kg/m2 de material mezclado por mm de espesor), absorbe fisuras hasta 2.5 mm (20ºC) y con impermeabilidad al agua expresada como absorción capilar según EN 1062-3 < 0,05 kg/m²·h0,5. Responderá a los requisitos establecidos por la norma EN 1504-2 según los principios PI, MC e IR para la protección del hormigón y está clasificado como CM01P conforme a la norma EN 14891. Aplicado con brocha, llana o bomba de proyección tipo Putzmeister o similar, incluyendo limpieza y humectación del soporte, extendido y nivelado; medida la superficie realmente ejecutada. El producto impermeabilizante podrá acabarse con fratás de esponja, en un enlucido a cero. En caso de soportes que presenten microfisuras, o de elementos que sean particularmente solicitados, se deberá interponer, entre la primera y la segunda capa de producto una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis de luz 4,5x4 mm y peso 150 g/m². Aplicación y preparación del soporte según se especifica en la ficha técnica de los productos. Debe cumplir lo especificado al respecto en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de los productos en contacto con el agua de consumo humano.	m²	1.350,00	34,81	46.993,50
01.05	Sustitución del sellado de juntas de dilatación en muro de andén realizada con masilla elástomérica resistente al envejecimiento y a los rayos UV colocada sobre cordón de sección circular de cerradas de sección variable, imputrescible y estanco al agua y al aire como fondo de juntas, con previa retirada del sellado anterior y limpieza de restos.	m	15,70	12,80	200,96
01.06	Rejilla de ventilación con aleta fijas para toma exterior de aire, realizada en aluminio y de dimensiones 200x200 mm (largo x alto), para abertura de ventilación colocada en muro, totalmente instalada y comprobada según DB HS-3 del CTE.	ud	10,00	40,26	402,60
01.07	Perforación por vía seca en muro de hormigón armado macizo, de 200 mm de diámetro, hasta una profundidad máxima de 35 cm, realizada con perforadora con corona diamantada, para orificio de ventilación.	ud	10,00	60,46	604,60
01.08	Sellado de fisura en superficie de hormigón con material elastomérico, con una relación ancho/ profundidad de 2/1.	m	254,40	12,19	3.101,14

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Estudio actuaciones reparación estación de Petra (T.M. de Petra)

pantecnia CIOPU

LISTADO DE PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
			254,40	12,19	3.101,14
01.09	m	Inyección de fisuras en superficies de hormigón con resina epoxi de baja viscosidad, incluso limpieza superficial de la fisura.			
			83,20	13,20	1.098,24
01.10	dm³	Restitución de volumen en estructuras de hormigón armado, con mortero tradicional, aplicado en capas de espesor no mayor de 1 cm. Sin incluir extracción del hormigón dañado, limpieza del sustrato de hormigón, limpieza y protección de la armadura, ni protección superficial del material restituido.			
			360,00	5,37	1.933,20
	TOTAL CAPÍTULO 01 ACTUACIONES DE REPARACIÓN				70.048,91
	TOTAL				70.048,91

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

Fdo. D. Juan José Clemente Tirado
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Col. 12772
UTE Ciopu-Pantecnia III

ANEJO Nº6. ESTRUCTURAS

ANEJO Nº7. EDIFICIOS

ANEJO Nº7. EDIFICIOS

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 3

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

2.1 Edificio de acceso 4

2.2 Edificio complementario: cafetería y aseos 5

2.3 Edificio existente: centro de enclavamiento 6

3 SUSTENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS 7

4 SISTEMA ESTRUCTURAL 8

4.1 Edificio de acceso 8

4.2 Edificio complementario: cafetería y aseos 9

5 SISTEMA ENVOLVENTE Y PARTICIONES 11

5.1 Edificio de acceso 11

5.2 Edificio complementario: cafetería y aseos 15

6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 20

6.1 Reglamentación vigente. 20

6.2 Descripción de la instalación 20

6.3 Puesta a tierra de la instalación 21

6.4 Conexiones equipotenciales 22

6.5 Suministros complementarios/seguridad (ITC BT 28) 23

7 Instalación de fontanería, saneamiento y pluviales. 25

7.1 Sección HS 4. Suministro de agua. 25

7.2 Distribución general interior 25

7.3 Agua Caliente sanitaria 28

7.4 Sección HS 5. Evacuación de aguas. Red de saneamiento 29

7.5 Sección HS5. Evacuación de agua. Red de agua pluviales. 33

7.6 Sección HS3. Calidad del aire interior. 33

7.7 Climatización, calefacción. 34

8 EQUIPAMIENTO 35

8.1 Edificio de Control de Acceso....35

8.2 Edificio Complementario....36

9 CUMPLIMIENTO DEL CTE 38

9.1 DB-SE – Seguridad Estructural 38

9.2 DB-SI – Seguridad en Caso de Incendio....38

9.3 DB-SUA – Seguridad de Utilización y Accesibilidad 39

9.4 DB-HS – Salubridad 39

9.5 DB-HE – Ahorro de Energía 40

9.6 DB-HR – Protección frente al Ruido....40

9.7 DB-SE-AF – Seguridad frente al riesgo de accidentes por fallo estructural 40

10 CUMPLIMIENTO DE OTRAS NORMAS 41

10.1 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN (UE 305/2011) 41

10.2 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL 42

1 ANTECEDENTES

El 16 de abril de 2024 Servicios Ferroviarios de Mallorca publicó la licitación del contrato CO 09/24 (G101/2024) Contrato de servicios para la redacción del proyecto de reforma de la estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo de SFM. Decode ingeniería S.L. resultó adjudicataria de la licitación firmándose el contrato en septiembre de 2024, iniciando los trabajos el 18 de septiembre de 2024.

El presente proyecto de ejecución es uno de los apartados del contrato de redacción del proyecto de reforma completo de la estación de Petra, en este proyecto se desarrolla la documentación técnica para la ejecución de los edificios contenidos en el proyecto: Edificio de acceso, cafetería y baños y remodelación del centro de enclavamiento.

Todos los detalles sobre promotor, proyectista y demás se encuentran en el documento de proyecto de ejecución completo. Al igual que la información sobre la normativa urbanística y planeamiento, que afectan a toda la intervención.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto comprende la ejecución de un conjunto de edificaciones funcionalmente vinculadas al sistema de control, servicios y atención al usuario en el ámbito ferroviario de Petra (Mallorca). Está formado por tres volúmenes principales: el Edificio de Control de Acceso, el Edificio Complementario y la rehabilitación parcial del Edificio Existente, que conforman un conjunto arquitectónico homogéneo, de líneas limpias, materiales duraderos y elevada eficiencia energética.

El diseño responde a criterios de modularidad, racionalidad constructiva y optimización del mantenimiento, utilizando sistemas industrializados y prefabricados que garantizan rapidez de ejecución, control de calidad en taller y reducción de residuos en obra.

Las soluciones constructivas adoptadas siguen las exigencias del Código Técnico de la Edificación (CTE) en todas sus partes aplicables —en particular los Documentos Básicos DB-SE, DB-HE, DB-HS, DB-SI, DB-SUA y DB-HR—, así como la normativa complementaria europea y UNE de materiales y productos de construcción.

Desde el punto de vista estructural, los nuevos edificios se resuelven mediante estructuras metálicas porticadas apoyadas sobre cimentaciones de hormigón armado. Las envolventes se configuran con paneles sándwich metálicos ventilados y cubiertas ligeras aisladas, optimizando el comportamiento térmico y acústico del conjunto.

La solución favorece la protección frente a la humedad y la estanqueidad al aire, garantizando la durabilidad de los materiales en el ambiente marítimo y el clima mediterráneo de Mallorca.

Los acabados interiores se caracterizan por su facilidad de limpieza, resistencia y uniformidad cromática, predominando los tonos claros y neutros que refuerzan la luminosidad natural. Los elementos metálicos se protegen mediante recubrimientos epoxi y poliuretánicos de alta durabilidad, y los acristalamientos se proyectan con criterios de seguridad y eficiencia energética.

Las actuaciones en el edificio existente se orientan a su puesta al día funcional y energética, mediante la renovación integral de la cubierta y la sustitución del sistema de fachada por una envolvente ventilada de panel sándwich con aislamiento térmico incorporado, consiguiendo así un comportamiento global equivalente al de los nuevos volúmenes.

En conjunto, el proyecto propone una intervención tecnológicamente eficiente, funcionalmente coherente y constructivamente unificada, con soluciones que aseguran durabilidad, accesibilidad y sostenibilidad, ajustándose a las prescripciones de la Dirección Facultativa y a la normativa técnica vigente.

2.1 Edificio de acceso

El uso del edificio es la instalación del control de acceso exclusivamente. Adicionalmente a la dependencia principal, se anexan dos cuartos de instalaciones, uno para las instalaciones eléctricas y otro de almacén.

El edificio se construirá respetando el mismo eje de la envolvente del edificio antiguo, junto al límite de vía. La envolvente sureste se separa de la nueva línea de bordillo del aparcamiento unos 4,30 m y, en el estrechamiento, se encuentra a unos 2,50 m.

El edificio de control tiene un espacio principal para la entrada y salida de usuarios, con unas dimensiones interiores de 9,95 m x 4,80 m y una altura de 2,60 m. En el centro se instalarán tres tornos de control accesibles y una máquina para la compra de billetes.

El ingreso se plantea en esquina, con dos puertas enrollables metálicas y un voladizo que enmarca la entrada. Para el acceso a los andenes también se colocará una puerta con las mismas características que estará enfrentada a la rampa de estos. Dispondrá de una ventana de 3,00 m x 2,20 m en la fachada sureste para el ingreso de luz y ventilación. Este espacio está pensado para permanecer abierto en las horas de circulación de los trenes; cuando el transporte finalice sus recorridos diarios, se procederá a cerrar el edificio.

A este espacio principal se le anexan dos áreas de servicio, una en cada extremo. Por un lado, el cuarto técnico, con unas dimensiones de 10,96 m² , albergará todas las instalaciones necesarias para la planta, fotovoltaica. Por otro lado, en el extremo noreste, se ubica un almacén para uso exclusivo SFM, con unas dimensiones de 11,95 m².

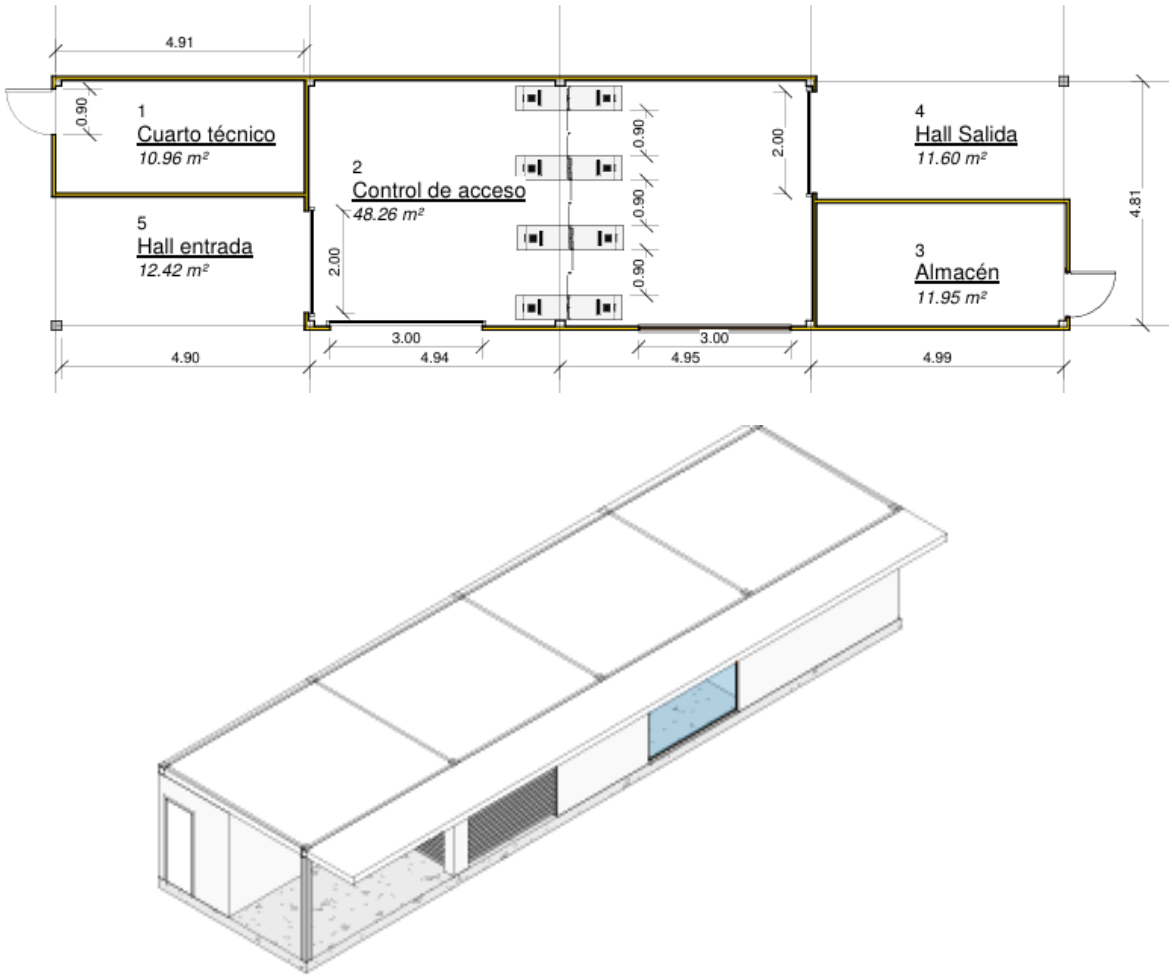


Ilustración 1: Edificio de acceso

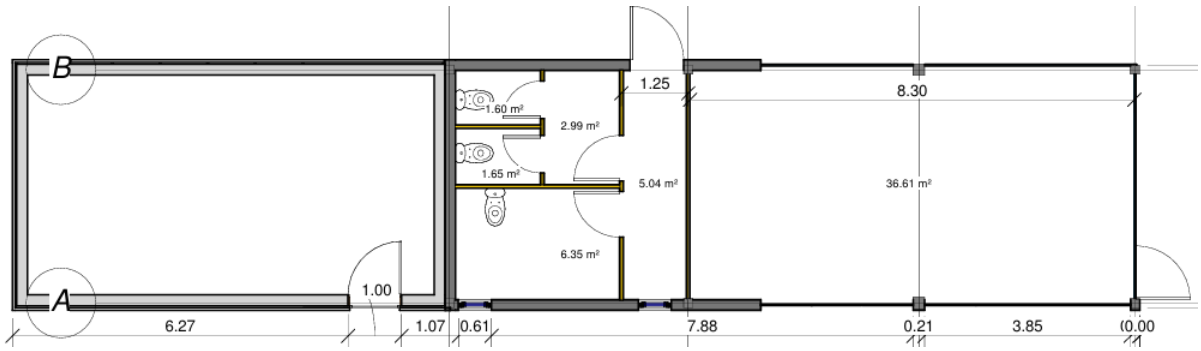
2.2 Edificio complementario: cafetería y aseos

Este edificio se implantará como anexo del edificio de enclavamiento existente. El uso principal del edificio es albergar en el futuro una cafetería que no forma parte del proyecto, se proyecta la envolvente del edificio y sus instalaciones y los aseos que puedan dar servicio a ésta y a la estación.

La cafetería se anexa al lateral sureste del edificio existente de la calle Guillem Moragues, continuando con el mismo ancho con la intención de que se vea como un solo edificio. Se basará en una planta libre de 4,24 m x 12,75 m interiores. Se prevé una preinstalación para los servicios de agua y fecales para una posible área de servicios. Contará con dos aseos para hombres y mujeres y otro para personas con movilidad reducida.

El acceso está previsto en la cara sureste y se colocará una puerta de servicio en la cara noreste, que da solamente acceso a los aseos, que podrán ser utilizados, aunque no esté en uso la zona de la cafetería.

La distancia existente a la calle Guillem Moragues es de 6,55 m, del nuevo bordillo del lado sureste se encuentra a 19,20 m y del lado noreste se encuentra a 3,25 m.



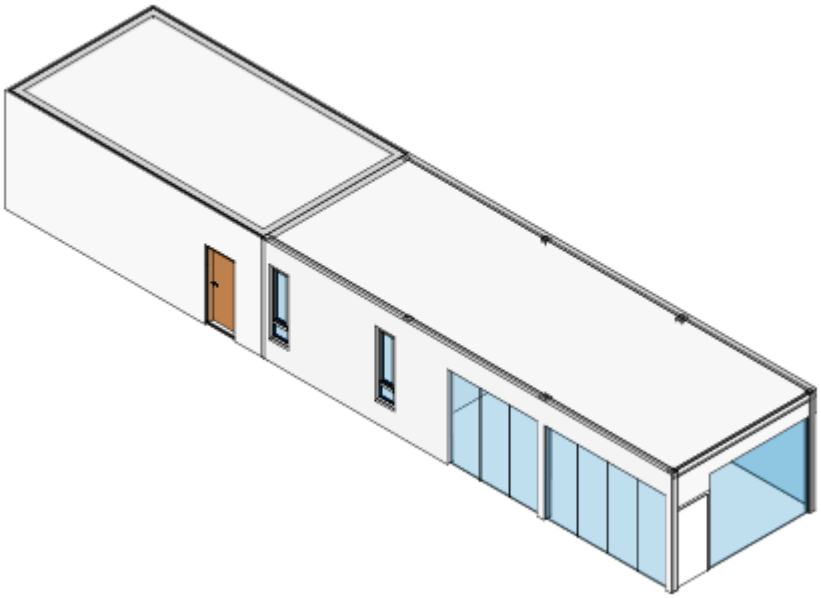


Ilustración 2: Edificio complementario. Cafetería y Aseos.

2.3 Edificio existente: centro de enclavamiento

El centro de enclavamiento actual contiene numerosas instalaciones de difícil traslado por lo que se mantiene. Se proyecta la modificación de su fachada para integrarlo en el nuevo conjunto, manteniendo la fachada con el mural del artista Joan Agulló.

Para ello se plantea picar el alero para enrasarlo con la fachada, además de demoler la cubierta de teja curva, ya que debajo existe un recinto cerrado prefabricado, se realizará una protección de este punto frente a humedades y se pondrá un sistema de recogida y evacuación de aguas, para recubrir el edificio

con doble fachada de panel sándwich con terminación en láminas de acero galvanizado pintado en blanco (sistema similar al de las fachadas ventiladas), al igual que el nuevo edificio anexo, de modo que se planea la armonización visual de todo el conjunto mediante los acabados.



Ilustración 3: Edificio Existente

Tabla de superficies de los edificios nuevos

TABLA DE SUPERFICIES ÚTILES		
Edificio	**Local**	**Superficie**
CAFETERIA	Salón	36.61 m²
	Baño 1	6.25 m²
	Baño 2	6.35 m²
EDIFICIO DE ACCESO	Cuarto técnico	10.96 m²
	Almacén	11.95 m²
	Control de acceso	48.26 m²

3 SUSTENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Contamos con estudio geotécnico para el proyecto completo, lo que nos indica las características que deberá tener nuestra cimentación.

4 SISTEMA ESTRUCTURAL

4.1 Edificio de acceso

CIMENTACIÓN

La cimentación del edificio se resuelve mediante losa de hormigón armado ejecutada con hormigón HA-25/B/20/XC2, conforme a lo establecido en la Código Estructural y el DB-SE-C del CTE. La losa presenta un espesor medio de 25 cm y se ejecuta sobre una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/12 de 5 cm de espesor, vertida sobre el fondo de la excavación regularizado.

Previamente a la ejecución del hormigón estructural se realiza una excavación en terreno de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de cimentación definida en planos. La losa se arma con acero corrugado B-500 S según UNE 36068 y UNE-EN 10080, con una cuantía media de 85 kg/m³, disponiéndose doble parrilla de refuerzo y esperas para muros y elementos verticales.

El conjunto se completa con las correspondientes armaduras de refuerzo en encuentros, pliegues, arranques y cambios de nivel, así como con las barras de anclaje para la estructura metálica superior. Se garantiza la continuidad estructural y la transmisión de cargas puntuales de pilares mediante placas de anclaje embebidas.

El control de ejecución y recepción de materiales se realizará conforme a la Instrucción Código Estructural y la Norma UNE-EN 206.

ESTRUCTURA

La estructura portante del edificio está compuesta por pilares, vigas y correas metálicas de acero estructural laminado, con las siguientes características:

- Pilares y vigas principales: perfiles laminados en caliente de acero S275 JR, unidos mediante soldadura y tornillería de alta resistencia, cumpliendo con el CTE DB-SE-A y la EAE (Instrucción de Acero Estructural).
- Correas secundarias: acero conformado en frío S235 JRC galvanizado continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), tipo omega o Z de 160 mm, fijadas a las cerchas mediante tornillería galvanizada de alta resistencia.
- Todos los perfiles estructurales cuentan con marcado CE conforme al Reglamento (UE) 305/2011 y se entregan con su correspondiente Declaración de Prestaciones (DdP).
- El sistema se diseña para garantizar la estabilidad global frente a acciones gravitatorias y de viento, conforme al CTE DB-SE-AE.

Se aplican las medidas de protección anticorrosiva mediante imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250 en color definido por la Dirección Facultativa, alcanzando un espesor seco total superior a 120 µm.

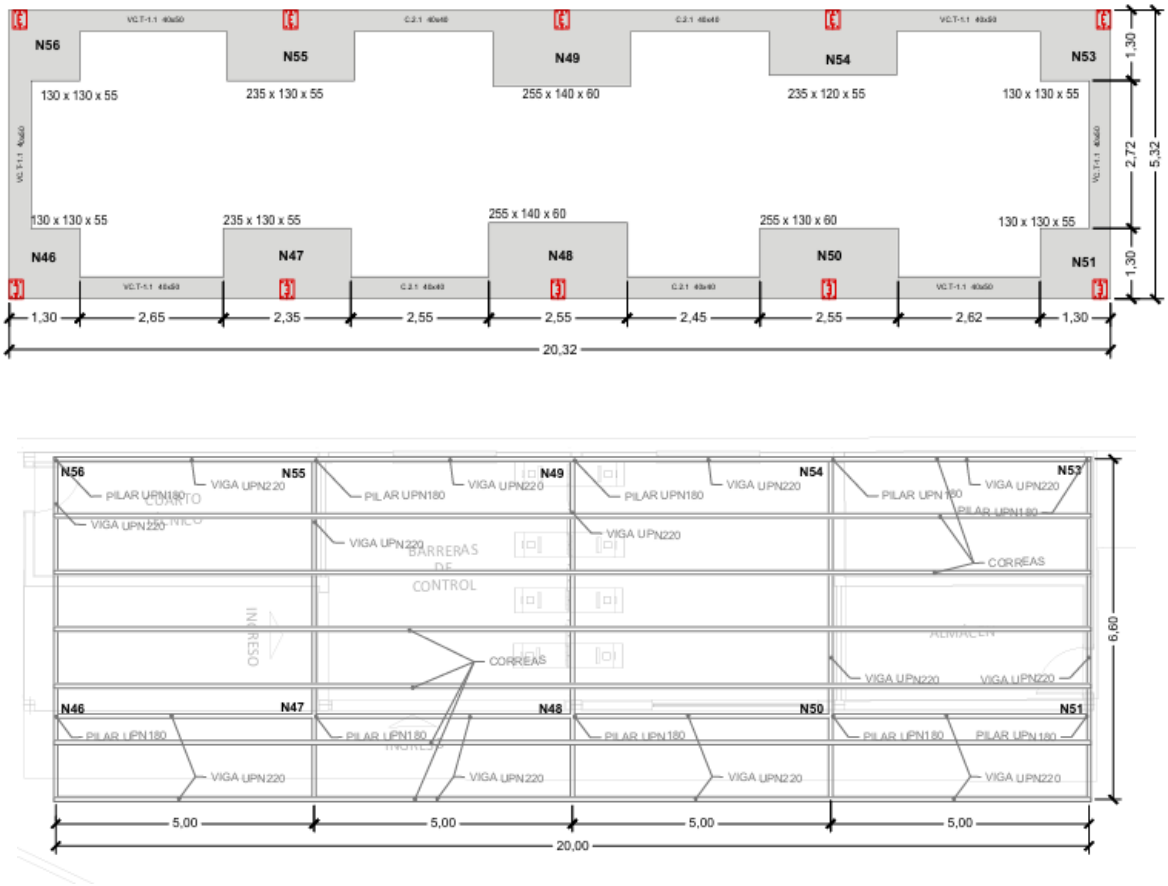


Ilustración 4: Esquema estructura edificio acceso

4.2 Edificio complementario: cafetería y aseos

CIMENTACIÓN

La cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado HA-30/B/20/XC2 bajo pilares metálicos y vigas de arriostramiento de la misma resistencia, dimensionadas conforme al CTE DB-SE-C y a la norma Código Estructural.

Se incluye una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10 cm de espesor, vertida sobre el fondo de excavación previamente nivelado y compactado, garantizando la planeidad y protección de las armaduras frente a la humedad del terreno.

Las excavaciones se ejecutan de forma mecanizada en suelo de arcilla semidura hasta alcanzar las cotas de proyecto, con retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. El armado se realiza con

acero corrugado B 500 S, conforme a UNE 36068 y marcado CE, unido mediante alambre de atado y con recubrimientos adecuados a la exposición.

Las zapatas y vigas se hormigonan con vibrado mecánico y curado controlado, asegurando la resistencia y homogeneidad de la masa.

ESTRUCTURA

La estructura portante está compuesta por pórticos metálicos de perfiles laminados en caliente S275 JR, unidos mediante soldadura y pernos de alta resistencia. Las uniones se ejecutan conforme a UNE-EN 1090-2 y CTE DB-SE-A, con control de soldaduras y aplicación de imprimación antioxidante de minio de plomo y acabado con pintura epoxi bicomponente y esmalte de poliuretano alifático color gris metalizado.

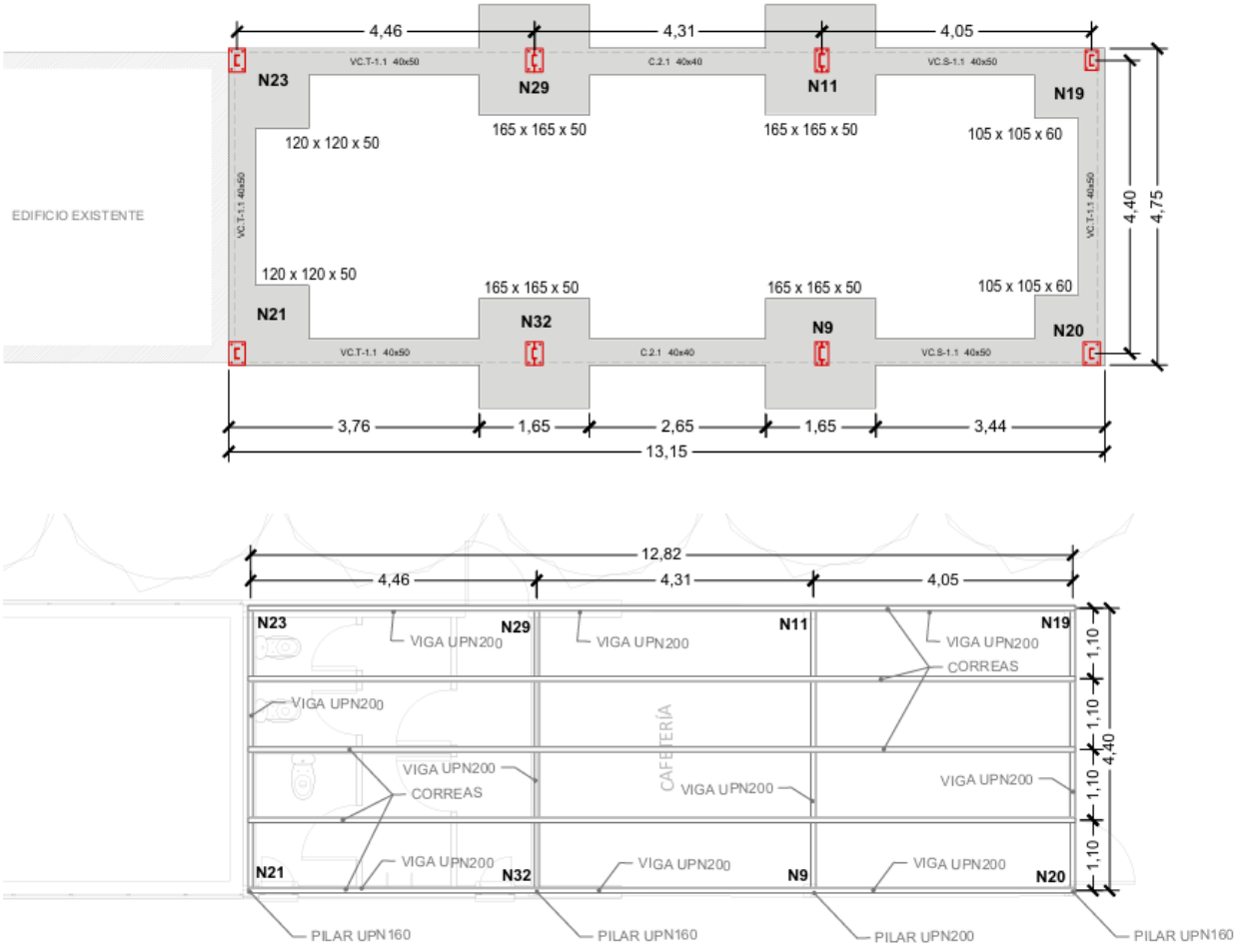


Ilustración 5: Esquema estructura edificio cafetería

La subestructura de cubierta se forma con correas de acero conformadas en frío S235 JRC, galvanizadas en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310), serie tipo omega/Z 160, fijadas a las vigas principales mediante tornillería galvanizada de alta resistencia.

El conjunto metálico se dimensiona según las acciones de cálculo definidas en el CTE DB-SE-AE (acciones del viento, nieve y sobrecargas), garantizando rigidez, estabilidad y cumplimiento de los estados límite últimos y de servicio.

5 SISTEMA ENVOLVENTE Y PARTICIONES

5.1 Edificio de acceso

Cubiertas

La cubierta del edificio es plana no transitable con pendiente del 2 %, resuelta mediante un sistema de panel sándwich metálico aislado, con las siguientes capas:

- Chapa exterior de acero prelacado perfil grecado de 0,6 mm.
- Núcleo de aislamiento térmico PIR 50 mm (λ = 0,022 W/m·K).
- Chapa interior galvanizada de 0,5 mm.
- Juntas selladas con banda butílica y tapones de testa para estanqueidad total.

El conjunto se fija mecánicamente a las correas estructurales mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y metálica.

Se dispone cámara ventilada interior de 40–60 mm, con rejillas antipájaros en alero y cumbrera, y bajo ésta un falso techo metálico perforado (acero o aluminio 0,6–0,8 mm, 15–20 % de perforación) suspendido mediante varillas M6/M8 y perfilería tipo T, con lana mineral de 40 mm y velo acústico negro.

Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera. Cumple con CTE DB-HS 1 (protección frente a la humedad), DB-HE 1 (limitación de la demanda energética) y DB-SI 6 (protección contra incendio de cubierta).

CERRAMIENTOS

Los cerramientos verticales se ejecutan con fachada ventilada de panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, formada por:

- Chapa exterior prelacada blanca RAL 9010 de acero galvanizado 0,6 mm.
- Núcleo aislante rígido de poliisocianurato (PIR), densidad 40 kg/m³.
- Chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm.
- Cámara de ventilación continua de 35 mm con rejillas antipájaros inferior y superior.

- Fijación directa a la estructura metálica mediante tornillería autotaladrante con arandela EPDM y sellado con banda butílica en solapes.

El sistema garantiza estanqueidad al aire y al agua, aislamiento térmico y acústico conforme al CTE DB-HE 1, DB-HS 1 y DB-HR.

Se ejecutan remates plegados de coronación, jambas y arranques en chapa lacada, asegurando continuidad estética y ventilación.

En el interior, los cerramientos se trasdosan mediante estructura autoportante de perfilería galvanizada con aislamiento de lana mineral 40 mm y placa de yeso laminado 12,5 mm, acabado con pintura plástica blanca lavable. Cumple CTE DB-HR, DB-HS 1 y DB-SI 1.

HUECOS DE FACHADA

El edificio cuenta con distintos tipos de carpintería exterior de aluminio color gris metalizado, con rotura de puente térmico (RPT) y acristalamientos de seguridad:

- Ventanales abatibles: vidrio templado incoloro de 12 mm, clasificación 1C1 según UNE-EN 12600, perfilería con herrajes inox AISI 304, sellado con silicona neutra y cierres multipunto.
- Ventanas abatibles traslúcidas (0,60×1,95 m): doble vidrio 4/12/4 con cámara de gas argón, uno de ellos laminado traslúcido 4+4 mm, garantizando privacidad y transmitancia térmica $U \leq 1{,}6$ W/m²·K.

- Ventanales fijos (2,20 m de alto): vidrio templado 12 mm sobre perfilería lacada, sellado perimetral con silicona neutra, garantizando estanqueidad y seguridad de uso.
- Puertas enrollables motorizadas: acero galvanizado tipo Convi, accionamiento trifásico, cuadro de maniobra y dispositivos de seguridad conforme a la Directiva 2006/42/CE y UNE-EN 13241-1.

Todas las carpinterías exteriores cumplen CTE DB-HE 1, DB-HS 1, DB-SI 1 y DB-SUA 2.

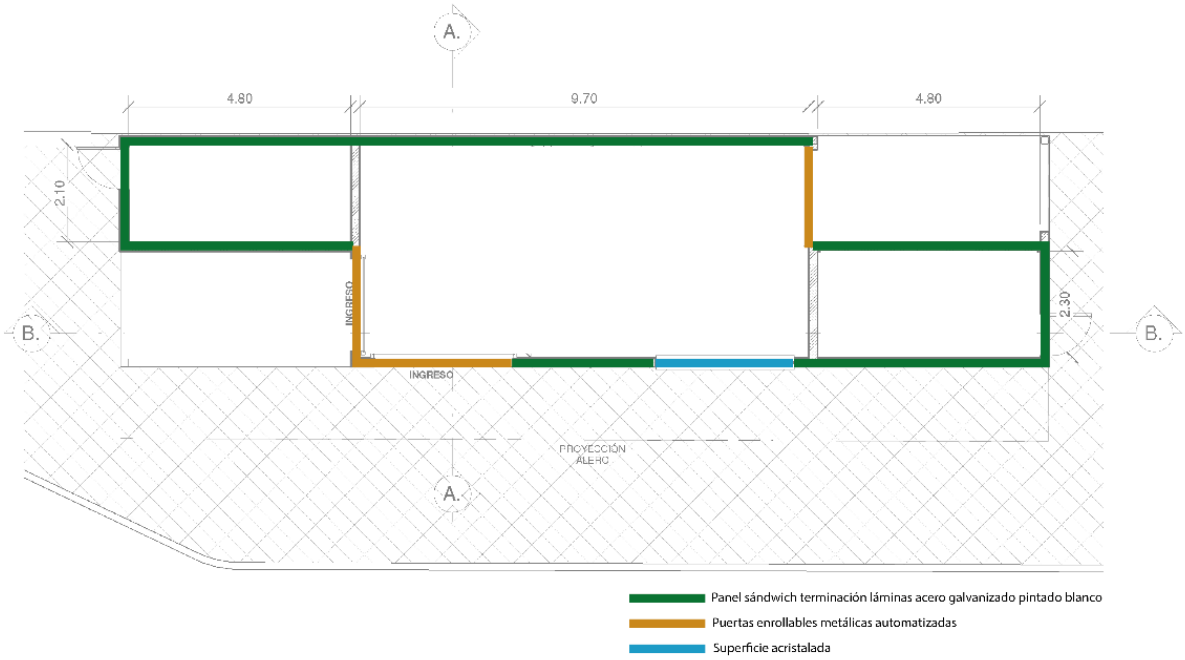


Ilustración 6: Esquema cerramientos edificio accesos

ACABADOS

Los acabados del edificio de control de acceso se diseñan bajo criterios de durabilidad, mantenimiento reducido y coherencia estética con el resto del conjunto edificatorio, aplicando materiales certificados conforme al CTE DB-SI, DB-SUA, DB-HS 1 y DB-HR, así como las normas UNE-EN correspondientes a cada producto.

Pavimentos interiores

Los pavimentos interiores se ejecutan con piezas de terrazo micrograno color gris, de formato 60×60 cm, clasificadas como uso intensivo según UNE-EN 13748-1. Se asientan sobre capa de mortero M-7,5 de 3 cm de espesor, nivelada y compactada, con juntas de 1–1,5 mm selladas con mortero de cemento blanco coloreado. Este acabado ofrece elevada resistencia al desgaste, facilidad de limpieza y homogeneidad visual con los espacios adyacentes.

Paramientos verticales y tabiquería interior

Las divisiones interiores se resuelven mediante tabiquería de placas de yeso laminado tipo PYL hidrofugado, montada sobre perfilería galvanizada de 48 mm de anchura, con doble placa de 15 mm (configuración 15+48+15 mm). Las juntas se tratan con cinta microperforada y pasta de juntas hasta alcanzar un nivel de acabado Q2. El conjunto incluye bandas acústicas perimetrales autoadhesivas y sellado elástico en encuentros con paramentos estructurales, cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-HR y UNE EN 14195.

En zonas húmedas (aseos y vestíbulos anexos) se emplea revestimiento continuo de microcemento sobre soporte preparado, de 2–3 mm de espesor, con acabado sellado mediante resina epoxi transparente satinada, resistente al agua y al tránsito frecuente. Este sistema continuo garantiza estanqueidad superficial, facilidad de limpieza y continuidad estética.

Falsos techos y revestimientos superiores

Los techos se resuelven mediante falso techo continuo de placa de yeso laminado de 12,5 mm, atornillado a perfilería oculta galvanizada suspendida mediante varillas M6/M8, con acabado liso mate pintado en color blanco (RAL 9010). En zonas técnicas y pasillos se disponen falsos techos metálicos perforados con perfilería “T” oculta y lana mineral de 40 mm (densidad ≈ 40 kg/m³) sobre velo negro acústico, mejorando el confort acústico y la absorción sonora conforme a CTE DB-HR.

Carpintería interior y puertas

Las puertas interiores son del tipo EI1 30-C5 de hoja lisa, núcleo de tablero ignífugo y revestimiento en laminado HPL de alta presión color blanco o gris claro, con cantos macizos del mismo material. Incorporan bastidor de madera maciza sobre precerco de pino tratado, tapajuntas en ambas caras, bisagras y cerraduras de acero inoxidable, juntas intumescentes y cierrapuertas aéreo conforme a UNE-EN 1634-1 y UNE-EN 1154.

Las puertas exteriores abatibles se fabrican en tablero MDF hidrófugo lacado en blanco, con bastidor de madera tratada y herrajes de acero inoxidable AISI 304, incorporando burletes perimetrales de estanqueidad y cierre de seguridad, aptas para uso exterior cubierto.

Pinturas y revestimientos finales

Los paramentos interiores se acaban con pintura plástica acrílica lavable, transpirable y de acabado liso mate, aplicada en dos manos sobre imprimación selladora. El color predominante será blanco (RAL 9010), contribuyendo a la luminosidad del conjunto.

Los elementos metálicos vistos (estructuras, cerrajerías, marcos) se protegen con pintura epoxi bicomponente + esmalte de poliuretano alifático en color y textura definidos por la dirección facultativa, garantizando resistencia frente a la corrosión según UNE-EN ISO 12944.

Equipamiento complementario

Se instalan elementos de señalización, mobiliario técnico y dispositivos de control de acceso (torno bidireccional, máquinas expendedoras de billetes y paneles informativos), integrados arquitectónicamente en el vestíbulo. Los acabados circundantes mantienen el mismo criterio cromático y de calidad superficial, garantizando continuidad material y percepción uniforme del espacio.

5.2 Edificio complementario: cafetería y aseos

CUBIERTAS

La cubierta es plana no transitable, con ligera pendiente del 2 %, formada por panel sándwich metálico autoportante de aislamiento térmico integrado.

El sistema constructivo consta de:

- Chapa exterior de acero prelacado de 0,6 mm, perfil grecado.
- Núcleo aislante rígido de poliisocianurato (PIR) de 50 mm de espesor (λ = 0,022 W/m·K).
- Chapa interior galvanizada de 0,5 mm.

El panel se fija a las correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandelas EPDM y sellado continuo con banda butílica, garantizando estanqueidad total.

Bajo el panel se dispone una cámara ventilada de 40–60 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en aleros y cumbreras, y un falso techo metálico perforado suspendido mediante perfilería “T”, relleno de lana mineral de 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro acústico.

El sistema cumple con CTE DB-HE 1, DB-HS 1 y UNE-EN 14509, asegurando confort térmico y acústico.

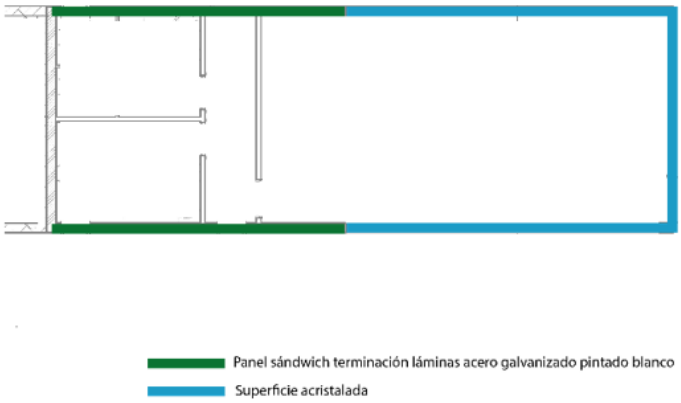


Ilustración 7: Esquema cerramientos edificio cafetería

CERRAMIENTOS

Los cerramientos exteriores se ejecutan mediante fachada ventilada de panel sándwich metálico de 50 mm, con chapa exterior prelacada blanca RAL 9010, núcleo aislante PUR/PIR y chapa interior galvanizado, conforme a UNE-EN 14509.

Los paneles se fijan sobre subestructura galvanizada tipo omega o “Z”, anclada a la estructura principal, generando cámara ventilada de 35 mm con rejillas antipájaros inferior y superior (ventilación neta ≥ 1/500).

Las juntas longitudinales y transversales se sellan con banda butílica y tapones de testa, garantizando estanqueidad frente a lluvia y viento.

Se ejecutan remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, jambas, arranques y encuentros laterales (plegado mínimo 40 mm). El sistema cumple con los requisitos del CTE DB-HE 1 (aislamiento térmico), DB-HR (protección frente al ruido) y DB-HS 1 (protección frente a la humedad), aportando además un acabado homogéneo y de fácil mantenimiento.

En el interior se dispone trasdosado autoportante con estructura galvanizada 48/70 mm, aislamiento de lana mineral 40 mm (densidad 40 kg/m³) y cierre de placa PYL de 12,5 mm, con tratamiento de juntas, imprimación y pintura plástica blanca lavable, garantizando las condiciones de confort acústico y térmico.

HUECOS DE FACHADA

El edificio cuenta con huecos acristalados de diferentes tipologías, todos ellos con marcos de aluminio con rotura de puente térmico (RPT) y acristalamientos de altas prestaciones energéticas, cumpliendo CTE DB-HE 1 y UNE-EN 14351-1.

- Ventanas abatibles de vidrio templado 12 mm, perfilería color gris metalizado, con burletes de estanqueidad EPDM y sellado perimetral de silicona neutra.
- Ventanas fijas de vidrio templado 12 mm, con bordes pulidos, fijadas a la carpintería mediante sellado en frío, garantizando la estanqueidad y compensación de dilataciones.
- Puertas enrollables motorizadas de varillas de acero zincado tipo Convi, galvanizadas y motorizadas con accionamiento trifásico, dotadas de sistemas de seguridad y desbloqueo manual conforme a Directiva 2006/42/CE y UNE-EN 13241-1.
- Ventanas abatibles con vidrio traslúcido 4/12/4, cámara de gas argón y vidrios laminados, instaladas en aseos, garantizando privacidad y eficiencia energética.

Estos elementos aportan ventilación natural, iluminación y control térmico, manteniendo la uniformidad cromática del conjunto.

ACABADOS

Los acabados del edificio complementario se proyectan siguiendo los mismos criterios de calidad, durabilidad y coherencia estética que el edificio de control, garantizando una imagen unitaria del conjunto y el cumplimiento de las exigencias del CTE en materia de salubridad, seguridad de utilización, accesibilidad y habitabilidad (DB-HS, DB-SUA, DB-SI, DB-HR).

Pavimentos interiores

Los suelos se ejecutan con pavimento de terrazo micrograno gris, formato 60×60 cm, de uso intensivo según UNE-EN 13748-1, con pulido inicial en fábrica y abrillantado final en obra. Las piezas se colocan sobre lecho de mortero de cemento industrial M-7,5 de 3 cm de espesor, rejuntadas con mortero coloreado y juntas de 1 a 1,5 mm. Este acabado proporciona alta resistencia al desgaste y uniformidad cromática en todas las dependencias (cafetería, pasillos y zonas de servicio).

Paramientos verticales y tabiquería interior

Las divisiones interiores se resuelven mediante tabiquería de placas de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm, montadas sobre estructura metálica galvanizada de 48 mm de anchura y montantes cada 600 mm. Las juntas se tratan con cinta microperforada y pasta de juntas hasta alcanzar acabado Q2. En zonas húmedas (baños y aseos) se utiliza PYL hidrofugado, y los paramentos se revisten con microcemento continuo de 2–3 mm de espesor, sellado con resina epoxi transparente satinada, resistente a la humedad y al uso intensivo. Los paramentos no revestidos se imprimen y pintan con pintura plástica acrílica lavable y transpirable, color blanco (RAL 9010), aplicada en dos manos sobre selladora.

Falsos techos y revestimientos superiores

Los techos de cafetería, pasillos y baños se ejecutan con falsos techos continuos de placa de yeso laminado de 12,5 mm, atornillados a perfilería oculta galvanizada suspendida mediante varillas M6/M8, con acabado liso mate pintado en color blanco. En zonas de paso y servicios se instalan falsos techos registrables con perfilería oculta y placas desmontables, permitiendo el acceso a las instalaciones superiores. El conjunto asegura el cumplimiento del CTE DB-HR en cuanto a aislamiento acústico y confort interior.

Puertas interiores y carpinterías

Las puertas interiores son EI1 30-C5, de hoja lisa con alma de tablero aglomerado ignífugo, revestida en laminado HPL de alta presión (color blanco o gris claro), bastidor de madera maciza sobre precerco de pino tratado y tapajuntas en ambas caras. Incorporan bisagras y cerraduras de acero inoxidable, juntas intumescentes y cierrapuertas aéreo conforme a UNE-EN 1634-1 y UNE-EN 1154.

Puertas exteriores

Las puertas exteriores abatibles se componen de hoja ciega de MDF hidrófugo lacado en blanco, con bastidor de madera maciza tratada y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Incorporan burletes perimetrales de estanqueidad, cerradura de seguridad y premarco de pino tratado. Aptas para exposición parcial bajo marquesina, cumplen con CTE DB-SI y DB-SU.

Pinturas y acabados metálicos

Los elementos metálicos vistos (estructuras, marcos y cerrajerías) se protegen con imprimación epoxi bicomponente y esmalte de poliuretano alifático en color definido por la dirección facultativa, garantizando resistencia frente a la corrosión y radiación UV conforme a UNE-EN ISO 12944. La uniformidad cromática del conjunto, basada en tonos claros y neutros, refuerza la continuidad estética con el edificio de control.

Edificio existente: centro de enclavamiento

CUBIERTA

La actuación sobre la cubierta existente tiene como objetivo la rehabilitación integral de la impermeabilización y el acondicionamiento térmico y funcional del sistema no transitable. Se parte de la demolición completa del acabado anterior, retirada de restos y limpieza general del soporte estructural. Posteriormente, se regulariza la superficie mediante capa de mortero de nivelación y se ejecuta un nuevo sistema de impermeabilización bicapa, compuesto por:

- Primera capa: imprimación bituminosa en frío tipo emulsión asfáltica aplicada sobre soporte seco y limpio, garantizando la adherencia de la capa superior.
- Segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre la imprimación, conforme a la UNE-EN 13707 y el CTE DB-HS 1, apartado 3.1.2 (Cubiertas planas no transitables).

Como protección superior, se dispone capa de grava lavada (“chino rodado”) de 30–40 mm de diámetro, con espesor de 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana frente a radiación solar, punzonamiento y choques térmicos.

Se forman petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, de altura 10–15 cm, que contienen la grava y evitan su arrastre hacia las fachadas ventiladas adyacentes. En la coronación se colocan remates metálicos de chapa galvanizada o aluminio lacado, tipo vierteaguas, garantizando la correcta evacuación del agua superficial y la continuidad estética del edificio.

En los puntos bajos se disponen sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando la evacuación de aguas hacia las bajantes verticales, según las prescripciones del CTE DB-HS 5 (Evacuación de aguas).

El conjunto asegura un comportamiento estanco y duradero, adaptado a las condiciones climáticas de Mallorca (zona C3 según DB-HE 1) y con un mantenimiento mínimo anual.

FACHADAS

Se proyecta la rehabilitación energética y estética de la envolvente mediante la instalación de una fachada ventilada sobre el paramento existente, sustituyendo los acabados obsoletos y mejorando las prestaciones térmicas y de estanqueidad.

El nuevo sistema se compone de panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, con las siguientes capas:

- Chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm.
- Núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR), densidad aproximada 40 kg/m³, conductividad térmica $\lambda \approx 0{,}022$ W/m·K.
- Chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm.

Los paneles se fijan sobre una subestructura metálica galvanizada de 35 mm tipo omega, anclada al paramento mediante tacos químicos o anclajes mecánicos certificados (resina epoxi y varilla roscada).

Entre el panel y el soporte se deja una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior que aseguran una ventilación neta mínima de 1/500 de la superficie proyectada, conforme a CTE DB-HE 1 y UNE-EN 13162.

Las juntas longitudinales y transversales se sellan con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad al aire y al agua.

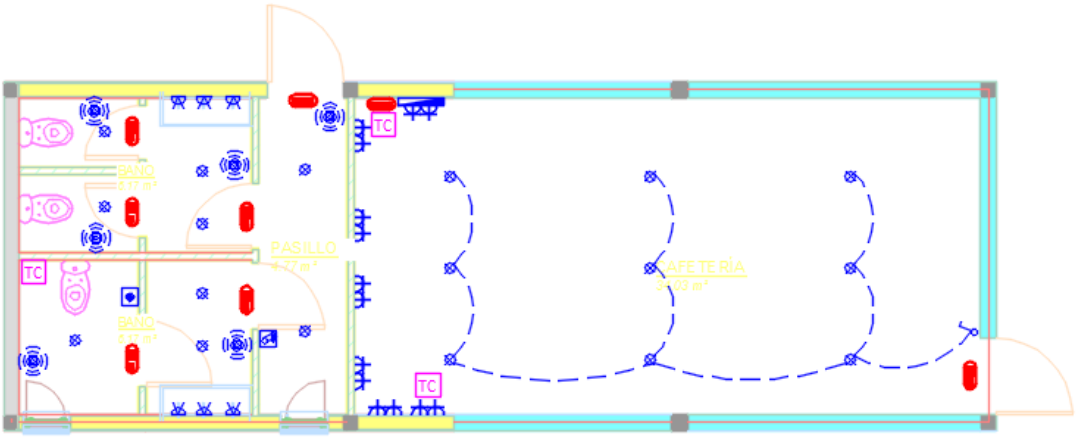
En coronaciones, jambas y encuentros se ejecutan remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección frente a infiltraciones.

El sistema cumple los requerimientos del CTE DB-HE 1 (limitación de la demanda energética), DB-HS 1 (protección frente a la humedad) y DB-HR (protección frente al ruido), contribuyendo a la mejora del comportamiento térmico del edificio y a su integración estética con las nuevas edificaciones.

La actuación incluye además limpieza, medios auxiliares, seguridad y gestión de residuos, dejando la envolvente completamente estanca, alineada y acabada en color blanco, con un aspecto renovado, homogéneo y coherente con el conjunto arquitectónico del recinto.

6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Indicar que se proyecta una instalación básica, pues se desconoce el programa de necesidades, la distribución, etc. de la cafetería.



Instalación de eléctrica en cafetería

6.1 Reglamentación vigente.

- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias. Real decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Al tratase de un local de pública concurrencia será de aplicación la ITC BT 28, Instalaciones en locales de pública concurrencia.
- Código Técnico de Edificación.
- Resolución 16/07/2004 de la Dirección general de Industria, por la que se aprueban, a la empresa “Endesa Distribución Eléctrica, SLU”, las condiciones técnicas para las instalaciones de enlace en el Suministro de energía eléctrica en baja tensión (CIES).
- Resolución de 27/07/2004 de la Dirección General de Industria, BOIB nº 109 de 7/08/2004.
- Especificaciones particulares de Endesa Distribución Eléctrica, SLU. Instalaciones de enlace conectadas a la red de distribución. Consumidores en Baja Tensión.

6.2 Descripción de la instalación

Se trata de una instalación eléctrica en un edificio de acceso a andenes y sala técnica y de una instalación eléctrica en un edificio que se quiere destinar a cafetería pero del que se ha facilitado el programa de necesidades.

En los accesos y sala técnica se trata de una instalación de iluminación y algún punto de enchufe para poder hacer comprobaciones.

En la cafetería se ha proyectado una instalación básica. Todos los locales son calsificados de pública concurrencia

La previsión de potencia para la cafetería es de 25kW.

6.3 Puesta a tierra de la instalación

Se trata de un edificio de nueva construcción, por lo que se realizará una toma de tierra de la siguiente forma:

Se instalará en el fondo de zanja realizada en el perímetro exterior del edificio, un cable rígido de cobre desnudo S=35mm^2, formando un anillo cerrado. A este anillo se conectarán varios electrodos verticalmente hincados en el terreno, constituidos por piquetas de acero galvanizado de 2m., de altura y de ø 19mm.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectará la estructura metálica de los elementos constructivos. Dichas conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Desde esta toma de tierra se establecerán líneas de enlace mediante un cable rígido de cobre desnudo S=35mm^2 hasta la barra seccionadora del cuadro general y bornes de puesta a tierra de ascensores.

La barra seccionadora se instalará en el interior del cuadro general y estará formada por una caja aislante adosada al paramento vertical que contendrá un desconectador que permita seccionar la línea de enlace que une la toma de tierra con el embarrado de protección del cuadro general. La función de esta barra seccionadora de tierra será la de poder realizar la medida de la resistencia a tierra.

Desde el embarrado de protección del Cuadro Eléctrico, saldrán los conductores de protección mediante cables de cobre de las mismas características que los conductores activos y discurriendo por la misma canalización, presentando secciones mínimas según el siguiente cuadro.

Sección de los conductores de fase de la instalación S(mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección S_p(mm^2)
S≤16	S_p=S
16<S≤35	S_p=16
S>35	S_p=S/2

En cada subcuadro de distribución se prevé la instalación de un regletero de bornas, al que por un lado llegará el conductor de protección procedente del embarrado de protección del cuadro general y que por el otro lado saldrán los conductores de cobre aislado, de las mismas características que los conductores activos y discurriendo por la misma canalización acompañando a cada circuito interior.

En todos los casos los conductores aislados tendrán su cubierta de color amarillo-verde.

Quedarán conectados a la red de puesta a tierra todos los puntos de luz (excepto los de clase II y clase III), tomas de corriente, así como los chasis de los cuadros y cualesquiera otros receptores eléctricos. Para el cálculo de la resistencia máxima a tierra escogeremos el caso más desfavorable, es decir:

- Que nos encontremos en un local mojado (24V) y tengamos instalado un diferencial de media sensibilidad (300mA), resultando pues:

Sensibilidad diferencial	Local o emplazamiento	Valor de resistencia
300 mA	24 V	80 w

La guía técnica del RBT en la ITC BT 26 indica que la resistencia a tierra obtenida por cálculo, en la práctica deberá ser inferior a 15 Ω para edificios con pararrayos y de **37Ω** para edificios sin pararrayos.

6.4 Conexiones equipotenciales

a. Conexión equipotencial principal

Se dispondrá una conexión equipotencial con las siguientes partes conductoras.

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües
- Mástil metálico que sustenta las antenas colectivas del edificio.

Dicha conexión equipotencial principal se realizará mediante conductor de cobre aislado 450/750V de sección 35mm^2 y color identificativo del aislamiento amarillo-verde.

b. Conexión equipotencial suplementaria

Se dispondrá una conexión suplementaria en el interior de los locales que contengan una bañera o ducha, de manera que se conectarán las siguientes partes conductoras externas que pudieran existir en el interior de los volúmenes clasificados como 0, 1, 2 y 3:

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües
- Canalizaciones metálicas de calefacción centralizada y sistemas de aire acondicionado.
- Partes metálicas accesibles de la estructura del edificio.
- Bañeras y/o duchas metálicas.

Dicha conexión equipotencial suplementaria se realizará mediante conductor de cobre aislado 450/750V de sección 2.5mm^2 y color identificativo del aislamiento amarillo-verde.

6.5 Suministros complementarios/seguridad (ITC BT 28)

El local no debe disponer de suministro de reserva ni complementario.

6.5.1 Alumbrado de emergencia

La instalación de los alumbrados de emergencia será fijo, provista de fuente de energía propia mediante batería seca de Níquel-Cadmio con autonomía mínima de 1 hora, y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El local dispondrá de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

a. **Posición y características de las luminarias**

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondránen los siguientes puntos:

  .- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;

  .- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;

  .- en cualquier otro cambio de nivel;

  .- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

b. **Características de la instalación**

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente

en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal enlas zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el

descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

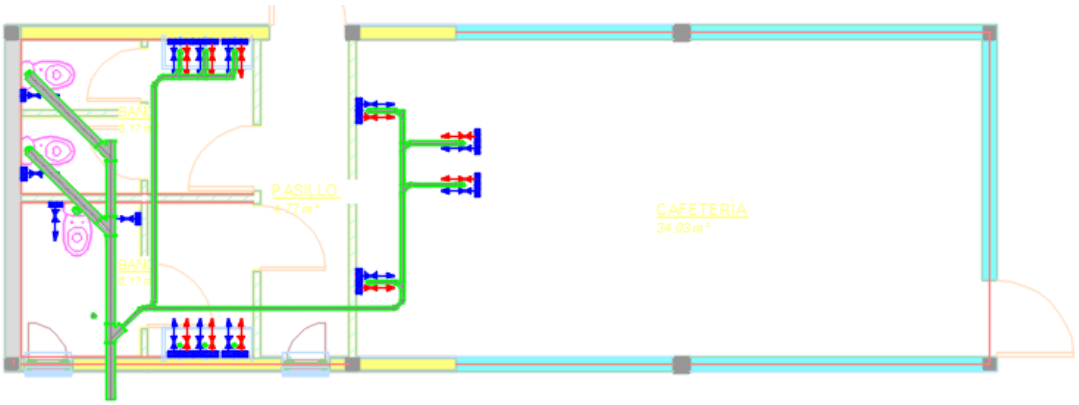
En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.

A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducciónde l rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

7 Instalación de fontanería, saneamiento y pluviales.



Instalación de fontanería en cafetería

7.1 Sección HS 4. Suministro de agua.

El suministro de agua se realizará a través de la red municipal, que dará servicio al edificio destinado a cafetería. Se instalará un contador según compañía suministradora.

No se realizan cálculos de por que no son necesarios. Se trata de un local

7.2 Distribución general interior

Las generales en el interior del local serán de tubería de PPR tipo fusión, hasta la llave de corte general de los locales húmedos.

Los materiales empleados en tuberías y grifería de las instalaciones interiores deberán ser capaces de resistir una presión de trabajo de 15 kg/cm2 como mínimo. Deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables al tiempo en sus propiedades físicas.

No alteran ninguna de las características del agua.

Las llaves empleadas en las instalaciones serán de buena calidad y no producirán pérdidas de presión excesivas cuando se hallen totalmente abiertas.

La distribución de agua fría y caliente se realizará mediante tubería de polietileno reticulado serie 5, con los diámetros indicados en los planos de planta, discurriendo horizontalmente por el falso techo de la planta. Discurrirán de acuerdo con el trazado representado en planos adjuntos.

La alimentación de cada local dotado de agua se realizará de la siguiente forma:

- Se realizará la entrada de agua fría y agua caliente paralelamente por el techo de la planta.
- Se dispondrá una llave de paso general para la tubería de agua fría y otra para la tubería de agua caliente.
- Todas las salidas hacia los diferentes aparatos se realizarán por el techo del local hasta la vertical del aparato a alimentar, siendo en este punto cuando la alimentación discurrirá totalmente recta y empotrada hasta la cota de colocación del codo placa.
- Desde dicho codo placa se alimentará el aparato sanitario mediante tubería metálica flexible.
- Cada una de estas salidas se encontrará dotada de una llave de paso.
- El conjunto de colectores y llaves será registrable desde el local mediante un registro de dimensiones 20x20 cm mínimas.

c. Criterios de cálculo

Se cumplirá con las siguientes prescripciones:

Presión de trabajo: 2,0 kg/cm^2

Presión de prueba: 15 kg/cm^2

La velocidad de cálculo estará comprendida entre 0.50 y 3.50m/s

Aparato	Caudal AFS (l/s)	Caudal ACS (l/s)	$Ø_{ext}$ (mm)
Ducha	0,2	0,1	20
Lavabo	0,1	0,065	16
Inodoro	0,1	0	16
Urinario	0,1	0	16
Lavadero	0,2	0,1	16

d. Cálculos de caudal necesario.

Realizamos el cálculo según indica la UNE 149201:2017, Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones para consumo humano dentro de los edificios.

ANEJO Nº7. EDIFICIOS

Determinación del caudal de cálculo o caudal simultáneo según apartado 5 de la Norma UNE 149201:2008

Tipo de Edificación	$Q_t > 20$ l/s	$Q_t \leq 20$ l/s		
		Si todo $Q_{min} < 0,5$ l/s	Si algún $Q_{min} \geq 0,5$ l/s	
			$Q_t \leq 1$ l/s	$Q_t > 1$ l/s
Edificios de viviendas	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$	$Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$
Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos	$Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$			
Edificios de hoteles, discotecas, museos	$Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$	$Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = (Q_t)^{0,366}$
Edificios de centros comerciales	$Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$			
Edificios de hospitales	$Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$			

Tipo de Edificación	$Q_t > 20$ l/s	$Q_t \leq 20$ l/s	
		$Q_t \leq 1,5$ l/s	$Q_t > 1,5$ l/s
Edificios de escuelas, polideportivos	$Q_c = -22,5 \times (Q_t)^{-0,5} + 11,5$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$

Donde:
Q_t es el caudal total instalado (suma de los caudales mínimos de cada aparato Q_{min} según la tabla 2.1 del DB HS4)
Qc es el caudal simultáneo o de cálculo

TIPO DE APARATO	nº	Q AFS (l/s)	Q ACS (l/s)	Qt AFS (l/s)	Qt ACS (l/s)
Lavamanos		0,05	0,03	0	0
Lavabo	6	0,1	0,065	0,6	0,39
(cafetera, en lavabo)		0,2	0,1	0	0
Bañera >1,40		0,3	0,2	0	0
Bañera<1,40		0,2	0,15	0	0
Bidé		0,1	0,065	0	0
Inodoro	3	0,1	0	0,3	0
Urinarios		0,04	0	0	0
Fregadero	2	0,2	0,1	0,4	0,2
Fregadero industrial		0,3	0,2	0	0
Lavavajillas	1	0,15	0,1	0,15	0,1
Lavavjillas industrial		0,25	0,2	0	0
Lavadero		0,2	0,15	0	0
Lavadora		0,2	0,15	0	0
Lavadora industrial		0,6	0,4	0	0
Grifo aislado	3	0,15	0,1	0,45	0,3
Grifo garaje	4	0,2	0	0,8	0
Vertedero		0,2	0	0	0
Total	**19**			**2,7**	**0,99**

Qu (caudal máximo)		0,2			
Nº DE LOCALES	**1**			**2,7**	**0,99**
Q c (caudal simultaneo)(AFS)		**1,39**	l/s	5,02	m3/h
Qc (Q punta) (ACS)		**1,00**	l/s	3,59	m3/h

Se deberá suministrar un caudal de AFS superior a 1.39l/s, y un caudal de ACS superior a 1.00l/s.

7.3 Agua Caliente sanitaria

El sistema de calentamiento de agua se producirá mediante una bomba de calor, un sistema de tanque termodinámico, con una acumulación de 300litros.

La distribución de ACS se realiza de forma análoga a la del agua fría, discurriendo de forma paralela, manteniendo la distancia de 4 cm establecida por la norma, existiendo una recirculación en toda la longitud del montante.

Las tuberías tendrán en su extremo superior una válvula purgadora para eliminar el aire que ha sido acumulado.

En las derivaciones a cada cuarto húmedo se instalará una llave de corte y en los puntos de consumo se colocarán unos grifos mezcladores para poder regular convenientemente la mezcla de agua fría y caliente.

En la conexión con la red de agua fría se colocará una válvula de retención, al igual que a pie de cada montante. También se montarán válvulas reductoras de presión donde se considere necesario. Se instalarán dilatadores en las tuberías cada 15 metros como máximo, así como en los posibles pasos a través de muros y paredes.

Se dispondrá de la siguiente valvuleria en la red:

- Válvulas reductoras de presión: cuando la presión de la red en el punto de acometida sea superior a 5 bar.
- Válvulas de seguridad: para evitar sobrepresiones superiores a 7 bar.
- Válvulas de retención: para evitar el retorno de agua caliente por las tuberías de agua fría.
- Válvulas de cierre o seccionamiento: para poder aislar tramos de red y el acumulador.
- Válvulas de corte para el vaciado del acumulador.
- Válvulas de purga en la red de agua caliente.
- Las tuberías para distribución de agua caliente y retorno se protegerán mediante aislamiento flexible de espuma elastomérica:

TEMPERATURA FLUIDO (40º-65º C)	
ø Exterior (mm)	Espesor Aislamiento (mm)
D 35	20
35 < D≤60	20
60 < D≤90	30
90 < D≤140	30
140<D	30

7.4 Sección HS 5. Evacuación de aguas. Red de saneamiento

La red de saneamiento empezará en cada uno de los cuartos húmedos y terminara en un pozo de bloqueo que verterá a la red municipal.

Descripción de cada parte fundamental de la instalación indicando aquellas características importantes a tener en cuenta.

7.4.1 Desagües.

Cada aparato sanitario (de un local húmedo) lleva incorporado su propio sifón individual, de forma que las salidas de todos ellos se unirán a la derivación correspondiente hasta su desagüe al manguetón del inodoro o bajante más próxima. La pendiente mínima de la derivación será del 1%.

La tubería para desagüe de los diferentes aparatos sanitarios serán como mínimo las siguientes:

Aparato	Ø (mm)
Ducha	40
Lavabo	40
Inodoro	90
Urinario	40
Drenaje bombas	80

El trazado de la tubería discurrirá empotrado en pared o bien suspendido por el falso techo de la planta inferior. Podrán ser de polipropileno multicapa insonorizada y uniones por junta elástica.

Existirán diversos locales técnicos o de residuos que dispondrán de sumideros, instalándose sumidero sifónico con tapa de acero inoxidable.

7.4.2 Derivaciones

Los inodoros verterán a la bajante o colector más próximo, a ser posible será menor de un metro, a través del manguetón, no directamente, por lo que si tiene que atravesar el forjado o muro, se deberá colocar un "pasatubos" relleno de material elástico e impermeable entre este y el manguetón para permitir el libre movimiento del mismo sin perjudicar las juntas por rigidización excesiva (empotramiento) de éstas.

7.4.3 Colectores

Se podrán realizar con tubos enterrados por el suelo del exterior del edificio, recibiendo las bajantes mediante una arqueta. Las arquetas serán sifónicas y registrables, de dimensiones 40 x 40 cm.

7.4.4 Dimensionado de la red de fecales

e. Derivaciones individuales

La adjudicación de Uds a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en función del uso privado o público según la tabla siguiente:

Aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Ø mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso Privado	Uso Público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidet	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera con ducha	3	4	40	50
Bañera sin ducha	3	4	40	50
Polibán	3		40	
Inodoro con cisterna	4	5	100	100

ANEJO Nº7. EDIFICIOS

Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Placa turca	8		100	
Lavacuñas	6		80	
Urinario de pedestal	4		50	
Urinario Suspendido	2		40	
Fregadero de cocina	3	6	40	50
Fregadero de laboratorio	2		40	
Lavadero	3		40	
Vertedero	8		100	
Fuente para beber	1	1	250	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro con cisterna, bañera y bidet)	7		100	
Cuarto de baño (lavabo, inodoro con fluxómetro, bañera y bidet)	8		100	

TIPO DE APARATO	nº	Uds	Total uds.
Lavamanos			
Lavabo	6	2	12
Ducha			
Bañera >1,40			
Bañera<1,40			
Bidé			
Inodoro	3	5	15
Urinarios			
Fregadero	2	6	12
Fregadero industrial			
Lavavajillas	1	6	6
Lavavjillas industrial			

Lavadero		
Lavadora		
Lavadora industrial		
Vertedero		
Total	**12**	**45**

f. Botes sifónicos o sifones individuales

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

g. Ramales colectores

En la tabla siguiente se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Ø (mm)	Máximo número de Uds		
	1 %	2 %	4 %
32		1	1
40		2	3
50		6	8
63		11	14
75		21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

h. Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Diámetro (mm)	Máximo número de Uds		
	1 %	2 %	4 %
50		20	25
63		24	29
75		38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

7.5 Sección HS5. Evacuación de agua. Red de agua pluviales.

Los edificios no contarán con recogida de aguas pluviales. Desde la cubierta verterán directamente a la calle.

Por tanto, no existe red de agua pluviales.

7.6 Sección HS3. Calidad del aire interior.

No se ha proyectado sistema de ventilación.

7.7 Climatización, calefacción.

No se ha proyectado sistema de ventilación.

8 EQUIPAMIENTO

El conjunto edificatorio cuenta con un equipamiento técnico y funcional adaptado al uso previsto de control, atención al usuario y servicios complementarios.

Todos los equipos y aparatos se seleccionan conforme a las normas **UNE y UNE-EN aplicables**, con marcado **CE y Declaración de Prestaciones (DdP)** según el **Reglamento de Productos de Construcción (UE) 305/2011**, garantizando su seguridad, durabilidad, eficiencia energética y compatibilidad con las instalaciones del edificio.

8.1 Edificio de Control de Acceso

El edificio de control de acceso constituye el núcleo operativo del sistema de gestión de usuarios, control de entradas y supervisión del recinto. Su equipamiento está compuesto por elementos electromecánicos, informáticos y de seguridad que garantizan la funcionalidad del conjunto, el control de flujos y la accesibilidad de los usuarios, todo ello conforme al **CTE DB-SU**, **Directiva de Máquinas 2006/42/CE**, **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)** y las normas **UNE-EN** correspondientes.

1. Sistema de control y gestión de accesos

El acceso principal se dota de **tres tornos bidireccionales motorizados**, diseñados para uso intensivo, fabricados en acero inoxidable AISI 304 y con barreras acrílicas de apertura automática. Los equipos se instalan sobre bases de anclaje antivandálicas y se conectan a un cuadro de control centralizado que regula la alimentación trifásica y la comunicación con el sistema informático. Cumplen las normas UNE-EN 16361, UNE-EN ISO 12100 y UNE-EN 60335-1, garantizando la seguridad de uso y la compatibilidad electromagnética.

2. Máquina expendedora automática (TVM)

En la zona frontal del edificio se sitúa una **máquina expendedora automática de billetes (Ticket Vending Machine)**, destinada a la emisión, recarga y validación de títulos de transporte. Cumple las directivas 2014/35/UE (Baja Tensión), 2014/30/UE (Compatibilidad Electromagnética) y 2006/42/CE (Máquinas), así como los requisitos del CTE DB-SUA 1 (seguridad de utilización) y DB-HE 3 (eficiencia energética).

3. Equipamiento técnico y de iluminación

El edificio integra instalaciones de iluminación y comunicación orientadas a garantizar el confort visual y la operatividad de los equipos:

- **Luminarias LED empotrables** tipo **downlight** modelo *KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH* de la marca LAMP o similar, con rendimiento superior a 90 lm/W y temperatura de color 3.000 K.
- **Bloques autónomos de emergencia** marca ZEMPER modelo XENA FLAT, con lámpara de 8 W, 150 lm, autonomía mínima 1 h y batería Ni-Cd estanca, conforme a UNE-EN 60598-2-22.
- **Luminarias lineales estancas IP65**, tipo pantalla LED de 40 W, en zonas técnicas y de control.
- **Puntos de enchufe normalizados** tipo 16 A y 25 A-II según UNE 20315-94, distribuidos por puestos de control, con circuitos independientes y protecciones diferenciales de 30 mA.
- **Preinstalaciones de datos y comunicaciones RJ45 Cat. 6E**, para enlace con los sistemas de control y ticketing.

4. Seguridad, ventilación y comunicación

- **Ventilación mecánica** mediante extractores helicoidales SILENT-100 CDZ, con detector de presencia, compuerta antirretorno y temporizador regulable (1–30 min).
- **Sistema de iluminación de emergencia y señalización** en accesos y recorridos, con pictogramas fotoluminiscentes conforme a UNE 23035-4.
- **Instalación de telecomunicaciones** con tomas RJ45 y cableado de fibra óptica tipo G.657 monomodo (12 pares), cumpliendo la Ley 9/2014, General de Telecomunicaciones.

8.2 Edificio Complementario

El edificio complementario se concibe como un espacio de apoyo dotacional que integra zonas de servicio, cafetería y aseos, equipado con los elementos sanitarios, hidráulicos, eléctricos y de climatización necesarios para su funcionamiento. Todos los equipos y aparatos incluidos cuentan con marcado CE y Declaración de Prestaciones (DdP) conforme al Reglamento (UE) 305/2011, y cumplen las exigencias del CTE y de la normativa sectorial específica (RITE, REBT, UNE-EN).

1. Equipamiento sanitario y de fontanería

- **Lavabos de porcelana sobre encimera**, marca Valladares modelo Recife o equivalente, con sifón cromado y válvula clic-clac.
- **Inodoros suspendidos** con salida a pared, marca Roca modelo Meridian o similar, con tanque empotrado Geberit Duofix, incluyendo unidades adaptadas a personas con movilidad reducida.
- **Grifos temporizados ecológicos** para lavabo, modelo Presto ARTE CM, cierre automático a 10 s y caudal máximo 6 l/min.

2. Producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

La producción de ACS se resuelve mediante una bomba de calor aire-agua Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar, con depósito de 315 litros útiles, aislamiento de poliuretano de 50 mm y rendimiento estacional SCOP > 3,0 (partida S110101).

La instalación se ejecuta conforme al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y al CTE DB-HE 2, asegurando el rendimiento y la eficiencia energética exigidos.

3. Equipamiento eléctrico y de iluminación

- **Luminarias LED empotrables** tipo Downlight KOMBIC 150 RD 2000 (18 uds.) (EDE010502).
- **Bloques autónomos de emergencia** ZEMPER XENA FLAT, 150 lm, autonomía 1 h (EDE010501).
- **Puntos de luz, enchufes de 16 A y 25 A-II**, y previsión de toma de teléfono y red RJ-45 Cat 6E (PL-1, PE-16A, PE-25A, P-ORDENADOR, PREV-TL).

Todos los materiales eléctricos cumplen el REBT (RD 842/2002), las normas UNE 20460 y el CTE DB-HE 3, garantizando la seguridad y la eficiencia energética.

9 CUMPLIMIENTO DEL CTE

El presente proyecto ha sido redactado de conformidad con lo establecido en el **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, y sus modificaciones posteriores, garantizando que las soluciones constructivas, los materiales y las instalaciones cumplen las **exigencias básicas de seguridad, habitabilidad y eficiencia energética** que dicho cuerpo normativo establece.

A continuación, se detallan los Documentos Básicos (DB) aplicables y la forma en que cada uno de ellos se satisface en el ámbito de los edificios objeto del proyecto.

9.1 DB-SE – Seguridad Estructural

El conjunto edificatorio cumple las exigencias de seguridad estructural del **CTE DB-SE** y sus documentos complementarios:

- **DB-SE-C (Cimientos):** Las cimentaciones se diseñan para resistir las acciones transmitidas por las estructuras metálicas, en función de la capacidad portante del terreno identificado en el reconocimiento geotécnico. Se emplean zapatas aisladas y vigas de atado de hormigón armado **HA-30/B/20/XC2**, ejecutadas conforme a el **Código Estructural.**y al **Eurocódigo 2 (EN 1992)**.
- **DB-SE-A (Acero):** La estructura principal metálica está constituida por perfiles **S275 JR** laminados en caliente y correas **S235 JRC**, dimensionados conforme al **Eurocódigo 3 (EN 1993)** y a la norma **UNE-EN 1090-2**. Las uniones soldadas y atornilladas se verifican según los estados límite últimos y de servicio.
- **DB-SE-AE (Acciones en la Edificación):**Las acciones consideradas incluyen cargas permanentes, sobrecargas de uso, viento y temperatura, aplicadas conforme a la zonificación eólica y térmica de Mallorca. Se adoptan los coeficientes de mayoración y combinación indicados en el **CTE DB-SE-AE**, garantizando la estabilidad global de las estructuras.

9.2 DB-SI – Seguridad en Caso de Incendio

El proyecto satisface las exigencias básicas del **DB-SI**, garantizando la evacuación de los ocupantes, la compartimentación y la resistencia al fuego de los elementos estructurales:

- Las estructuras metálicas se protegen mediante **pintura intumescente o recubrimiento epoxi ignífugo**, alcanzando una resistencia al fuego **R-30**, adecuada para uso administrativo o técnico.
- Los cerramientos interiores y puertas de comunicación entre zonas disponen de clasificación **EI1 30-C5**, con juntas intumescentes y cierrapuertas conforme a **UNE-EN 1634-1**.

- Se han previsto recorridos de evacuación directos hacia el exterior, señalizados y dimensionados según el uso previsto y la ocupación estimada.
- Las instalaciones eléctricas y de climatización cumplen los requisitos de reacción al fuego y propagación interior exigidos por el **DB-SI 4**.

9.3 DB-SUA – Seguridad de Utilización y Accesibilidad

Los edificios proyectados garantizan la **seguridad de utilización y la accesibilidad universal**, conforme a los criterios del **DB-SUA 1 a 9**, especialmente:

- Accesos y recorridos interiores sin barreras arquitectónicas, con **anchos mínimos de paso de 1,20 m** y **puertas de 0,90 m**.
- Pavimentos antideslizantes en zonas de tránsito y materiales no cortantes ni abrasivos.
- Puertas automáticas y elementos móviles con sistemas de seguridad frente a atrapamientos.
- Aseos adaptados en el edificio de control, con dotación conforme al **SUA-9** y Decreto autonómico 20/2003 de accesibilidad de las Illes Balears.
- Se adoptan medidas de seguridad frente a caídas, impactos, atrapamientos y golpes conforme al **SUA-1 y SUA-2**.

9.4 DB-HS – Salubridad

Se satisfacen las exigencias de **protección frente a la humedad, calidad del aire interior y evacuación de aguas**, de acuerdo con los siguientes apartados:

- **DB-HS 1 (Protección frente a la humedad):** La envolvente de los edificios se diseña con sistemas estancos: cubiertas de panel sándwich con barrera de vapor y fachadas ventiladas con cámara de aire continua. En el edificio existente, la impermeabilización bicapa SBS y el drenaje garantizan la estanqueidad total del sistema.
- **DB-HS 3 (Calidad del aire interior):** Se disponen sistemas de ventilación natural y mecánica mediante extractores en aseos y cuartos técnicos, asegurando una renovación mínima de 50 m³/h por local.
- **DB-HS 4 y HS 5 (Suministro y evacuación de agua):** Las redes interiores se ejecutan con tuberías **PPR-CT y PE100 RC**, cumpliendo la **UNE-EN 12201**, y se conectan a las acometidas de EMAYA mediante válvulas de corte y retención. Las aguas residuales y pluviales se evacúan por redes separativas, con bajantes de PVC Ø110 mm según **UNE-EN 1453**.
-

9.5 DB-HE – Ahorro de Energía

El diseño del conjunto cumple con las exigencias de eficiencia energética establecidas en el **DB-HE**, optimizando la demanda térmica y el uso de energías renovables:

- **DB-HE 0 (Limitación del consumo energético):** Las edificaciones presentan una envolvente térmica altamente aislada (paneles PIR 50 mm, fachadas ventiladas, vidrios bajo-emisivos), minimizando la demanda de climatización.
- **DB-HE 1 (Limitación de la demanda energética):** Se han adoptado soluciones constructivas que garantizan el cumplimiento de los valores límite de transmitancia térmica ($U \leq 0{,}38$ W/m²·K en fachadas y $U \leq 0{,}30$ W/m²·K en cubiertas).
- **DB-HE 2 (Rendimiento de las instalaciones térmicas):** Las instalaciones de producción de ACS mediante **bomba de calor aire/agua** alcanzan un rendimiento estacional **SCOP > 3,5**, conforme al **RITE**.
- **DB-HE 4 (Contribución solar mínima):** El sistema de bomba de calor de alta eficiencia sustituye la instalación solar térmica al cumplir el mismo nivel de cobertura energética exigido, según el artículo 3.1.3 del DB-HE 4.
- **DB-HE 5 (Iluminación y eficiencia eléctrica):** Todas las luminarias son **LED de bajo consumo**, con control por detectores de presencia y programadores horarios, cumpliendo el rendimiento mínimo exigido ($\eta > 90$ lm/W).

9.6 DB-HR – Protección frente al Ruido

Las soluciones de cerramiento, particiones y falsos techos garantizan el aislamiento acústico requerido por el **DB-HR**:

- Fachadas con paneles sándwich metálicos y núcleo PIR ≥ 40 kg/m³ con **Rw ≥ 30 dB**.
- Acristalamientos 4/12/4 y 12 mm templado con **Rw ≥ 33 dB**.
- Tabiques interiores de yeso laminado con aislamiento de lana mineral (Rw ≈ 42 dB).
- Techos perforados con absorbente acústico para mejorar la inteligibilidad y el confort en zonas de atención al público.

9.7 DB-SE-AF – Seguridad frente al riesgo de accidentes por fallo estructural

Las estructuras metálicas y de hormigón se diseñan conforme al **Eurocódigo 1-7** y al **DB-SE-AF**, considerando las posibles acciones accidentales (impacto, incendio y viento extremo). Las uniones estructurales se dimensionan con factores de redundancia suficientes para evitar el colapso progresivo.

10 CUMPLIMIENTO DE OTRAS NORMAS

10.1 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN (UE 305/2011)

Todos los materiales, productos y sistemas empleados en el proyecto cumplen lo dispuesto en el **Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011**, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de los productos de construcción, así como las normas complementarias nacionales y europeas de aplicación.

En consecuencia:

- Todos los **productos de construcción** incorporados de forma permanente a la obra dispondrán de **marcado CE**, de acuerdo con la norma armonizada correspondiente o, en su defecto, con una **Evaluación Técnica Europea (ETE)** emitida conforme al Artículo 26 del Reglamento.
- Cada producto contará con su **Declaración de Prestaciones (DoP)**, en la que constarán las características esenciales en relación con las prestaciones exigibles al uso previsto.
- Los productos que no dispongan de norma armonizada se seleccionarán conforme a **Especificaciones Técnicas Reconocidas**, ensayos normalizados y certificados de idoneidad técnica.
- Las **unidades de obra de hormigón armado** cumplirán la **UNE-EN 206:2014+A2:2021** y el **Código Estructural**.
- Los **perfiles metálicos estructurales** se fabricarán conforme a **UNE-EN 10025-2 (S275JR)** y su ejecución se ajustará a **UNE-EN 1090-2**, con control documental de trazabilidad y certificados de conformidad CE.
- Los **paneles sándwich metálicos** de fachada y cubierta estarán certificados conforme a **UNE-EN 14509**, con declaración de reacción al fuego y transmitancia térmica.
- Los **vidrios de seguridad templados o laminados** cumplirán **UNE-EN 12150-1**, **UNE-EN 12600** y **UNE-EN 1279**, con marcado CE.

- Las **pinturas y recubrimientos** dispondrán de certificado de compatibilidad con el sustrato y de clasificación de emisiones COV conforme a **UNE-EN ISO 16000**.
- Los **materiales aislantes** (PUR/PIR, lana mineral) cumplirán **UNE-EN 13162/13165**, con marcado CE y ficha técnica de resistencia térmica declarada.
- Las **instalaciones** (eléctrica, fontanería, ventilación y telecomunicaciones) incorporarán equipos y conductores con marcado CE y certificaciones específicas de acuerdo con el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT RD 842/2002)** y el **RITE RD 1027/2007**.

Durante la ejecución de la obra, el contratista deberá aportar las **Declaraciones de Prestaciones (DoP)** y **marcados CE** de todos los materiales suministrados, que serán revisados y archivados por la Dirección Facultativa como parte del **control documental de recepción de productos** (según el CTE Parte I, Art. 7).

10.2 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL

El presente proyecto se adecua a la legislación y normativa técnica vigente en el ámbito de la **Comunidad Autónoma de las Illes Balears**, así como a las disposiciones y ordenanzas de carácter municipal del **Ajuntament de Petra**, garantizando la conformidad urbanística, ambiental, constructiva y de accesibilidad exigida por las autoridades competentes.

Normativa autonómica aplicable

1. Ley 12/2017, de 29 de diciembre, de Urbanismo de las Illes Balears (LUIB)
El proyecto se ajusta a las determinaciones de la **LUIB**, en particular a los artículos relativos a la intervención en suelo urbano consolidado y al régimen de obras de nueva planta y rehabilitación en suelos de titularidad pública.

La actuación se emplaza en un ámbito clasificado como **suelo urbano de uso dotacional**, cumpliendo los parámetros urbanísticos de alineación, ocupación, altura y retranqueos establecidos en el **Planeamiento Municipal de Petra**.

2. Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética de las Illes Balears
Las soluciones constructivas adoptadas priorizan la **eficiencia energética, la reducción de la demanda térmica y la incorporación de sistemas de alta eficiencia** (bomba de calor aire-agua para ACS, iluminación LED, fachadas ventiladas y cubiertas aisladas), en coherencia con los objetivos de descarbonización de la Ley.

Los materiales empleados cumplen con los principios de **circularidad y bajo impacto ambiental**, favoreciendo la reducción de residuos y el uso de productos reciclables y certificados con marcado CE.

3. Decreto 39/2019, de 10 de mayo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación de las Illes Balears (CTE-IB)

El proyecto asume las directrices del CTE-IB en materia de **condiciones higrotérmicas y de eficiencia energética específicas para climas cálidos mediterráneos**, adaptando espesores de aislamiento y soluciones de ventilación natural según la zonificación climática C3.

4. Decreto 110/2010, de 15 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas

Las edificaciones garantizan la **accesibilidad universal**, cumpliendo los parámetros dimensionales, de pendientes, radios de giro y dotación de aseos adaptados establecidos en el **Título II del Reglamento**. Los accesos, recorridos interiores y zonas de atención al público son plenamente accesibles conforme a los artículos 10 a 23, garantizando la conexión sin desniveles entre los distintos volúmenes y el exterior.

5. Decreto 136/2012, de 14 de diciembre, sobre gestión de residuos de construcción y demolición en las Illes Balears

El proyecto prevé la **gestión selectiva de los residuos generados durante la ejecución**, mediante la redacción del correspondiente **Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)**, conforme al artículo 4 del Decreto.

Los residuos serán clasificados, almacenados y retirados por gestores autorizados, priorizando la reutilización de materiales inertes y el reciclaje de metales, plásticos y maderas.

6. Decreto 145/1997, de 21 de noviembre, de ecoeficiencia en la edificación en las Illes Balears
Las soluciones adoptadas en fachadas, cubiertas, instalaciones y carpinterías cumplen las **exigencias de ahorro de agua, energía y durabilidad de materiales** establecidas en dicho Decreto, priorizando el uso de dispositivos de bajo consumo (grifos temporizados, luminarias LED, equipos de climatización de alta eficiencia energética).

Normativa ambiental y energética complementaria

Ley 8/2018, de residuos y suelos contaminados de las Illes Balears.
Se asegura el cumplimiento de los principios de prevención, reutilización y reciclaje en la gestión de materiales y embalajes, con control documental de transporte y destino final.

Ley 1/2022, de 8 de marzo, de vivienda sostenible y accesible de las Illes Balears.
Las actuaciones en edificios públicos de nueva planta y rehabilitación aplican criterios de sostenibilidad,

eficiencia y accesibilidad conforme al artículo 7.1, incluyendo el uso de materiales con bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles (COV) y procedentes de fuentes sostenibles.

Normativa y ordenanzas municipales

1. Planeamiento Urbanístico Municipal de Petra

El proyecto se ajusta al **Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Petra**, vigente en el momento de la redacción, en materia de:

Clasificación del suelo y uso dotacional permitido.

Altura máxima de edificación.

Ocupación y retranqueos.

Integración paisajística y cromática del conjunto.

Condiciones de urbanización y conexión con redes municipales (abastecimiento, saneamiento y electricidad).

2. Ordenanzas municipales de edificación, medio ambiente y residuos

Las obras se ejecutarán conforme a las **Ordenanzas de Construcción y Actividades del Ayuntamiento de Petra**, cumpliendo las disposiciones relativas a gestión de residuos, horario de trabajos, control de polvo y ruidos, y limpieza del entorno urbano.

Se garantizará asimismo el cumplimiento de las **Ordenanzas Fiscales y de Servicios Urbanos**, relativas a acometidas, tasas y licencias.

3. Normas de aplicación en materia de patrimonio y paisaje

Dado que el ámbito se encuentra dentro del entorno urbano consolidado y no afecta a bienes catalogados, se han considerado las **Directrices de Integración Paisajística de las Illes Balears (DIP-IB)**, asegurando la homogeneidad cromática y la coherencia material con las edificaciones próximas, especialmente mediante el uso de tonos blancos y neutros en fachadas.

El proyecto cumple en su totalidad con la normativa **autonómica y local** vigente en el ámbito del municipio de Petra, asegurando que tanto la **implantación urbanística**, como las **condiciones constructivas, de accesibilidad, eficiencia energética y gestión ambiental** se ajustan a las exigencias del marco legal de las Illes Balears.

Durante la ejecución se garantizará la tramitación de todas las licencias, autorizaciones y certificados requeridos por la **Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Govern Balear**, así como por el **Ajuntament de Petra**, manteniendo la coordinación con los organismos municipales y autonómicos competentes.

ANEJO Nº8. REDES DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO

ANEJO Nº8. REDES DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 ABASTECIMIENTO 2

3 SANEAMIENTO 6

3.1 Situación actual 6

3.2 Solución proyectada 6

3.3 Comprobación previa de cota hidráulica ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.4 Red de conexión de cafetería y aseos 8

3.5 Sistema de alivio pluvial 8

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto definir y dimensionar las instalaciones de abastecimiento y saneamiento previstas en el ámbito de la estación, concretando las soluciones adoptadas a nivel constructivo y estableciendo los criterios de materialidad, trazado, ejecución y control de calidad de las obras.

Se proyecta la red de abastecimiento exterior para dotar de suministro de agua potable al edificio de cafetería, mediante acometida desde la red municipal existente, así como la red de saneamiento destinada a la recogida y evacuación de aguas residuales y pluviales del ámbito, incluyendo los pozos, arquetas y conducciones necesarias hasta su conexión con el colector general.

Las soluciones planteadas garantizan la funcionalidad hidráulica, la durabilidad de los materiales y la facilidad de mantenimiento, de acuerdo con la normativa vigente en materia de instalaciones hidráulicas.

El ámbito de este documento comprende únicamente las redes exteriores, quedando excluidas las instalaciones interiores del edificio de cafetería, para las que se dejan previstas las acometidas correspondientes.

La definición que se presenta persigue asegurar la correcta ejecución, estanqueidad y operatividad de las redes de abastecimiento y saneamiento proyectadas.

2 ABASTECIMIENTO

El sistema de abastecimiento proyectado tiene por finalidad garantizar el suministro de agua potable al edificio de cafetería y aseos de la estación, asegurando el cumplimiento de los requerimientos de presión, caudal y calidad establecidos por la normativa vigente.



Ilustración 1. Red de abastecimiento municipal

El punto de conexión se sitúa en la red municipal de abastecimiento que discurre por la calle Guillem Moragues, constituida por una conducción de polietileno de alta densidad (PEAD) Ø63 mm. Desde este punto se proyecta una acometida exterior mediante tubería de PEAD Ø63 mm PN 10, que enlaza la red municipal con la zona de cafetería.

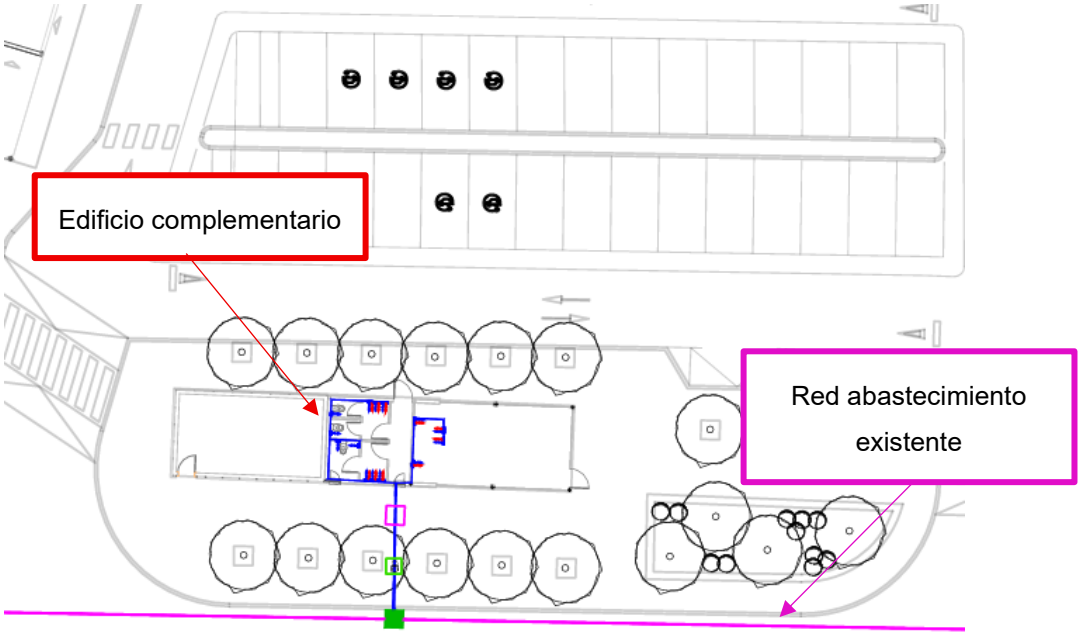


Ilustración 2. Conexión de abastecimiento proyectada

La acometida se ejecutará en zanja de servicio, con profundidad mínima de 0,80 m hasta la generatriz superior de la tubería, dispuesta sobre cama de arena seleccionada de 10 cm y con relleno compactado por tongadas. Se colocará cinta señalizadora detectible sobre el eje de la conducción.

En el tramo de acometida se dispondrán los siguientes elementos:

- Arqueta de conexión (40 × 40 cm) situada en el arranque de la acometida, junto a la red municipal. Contará con válvula de corte, contador general y tapa de fundición dúctil clase C-250, permitiendo el aislamiento y mantenimiento del sistema.
- Arqueta de registro (40 × 40 cm) situada en el exterior del edificio de cafetería, donde se instalará una derivación en T equipada con un contador de consumo destinado a la derivación de la red de riego de las zonas verdes.

Las conducciones y accesorios se fabricarán conforme a la norma UNE-EN 12201, con uniones por electrofusión o manguito mecánico, garantizando la estanqueidad de las juntas y la resistencia frente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos del terreno.

Antes de la puesta en servicio se realizarán las pruebas de presión y estanqueidad de acuerdo con UNE-EN 805, verificando que la instalación cumple los límites de pérdida de presión establecidos.

Asimismo, se efectuará la limpieza, desinfección y purgado de la red, quedando la conducción lista para su conexión definitiva al sistema municipal de abastecimiento.

2.1 Justificación técnica del diámetro de la acometida de abastecimiento

La acometida exterior proyectada para el suministro de agua potable al edificio complementario se resuelve mediante tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) Ø63 mm PN-10, que conecta la red municipal existente con el edificio. A continuación, se justifica técnicamente la idoneidad del diámetro adoptado, teniendo en cuenta los consumos previstos en esta fase del proyecto, los criterios establecidos en CTE DB-HS 4 y las buenas prácticas habituales en instalaciones de abastecimiento en edificios de pequeña entidad.

2.1.1 Estimación del consumo previsto en el edificio

El edificio cuenta con dos aseos y un espacio destinado a futuro concesionario (cafetería), cuya distribución interior y equipamiento definitivo se desarrollarán posteriormente en el proyecto de actividad del concesionario. Por ello, para esta fase únicamente pueden considerarse los consumos básicos y razonables asociados al uso del edificio, sin entrar en instalaciones interiores no definidas.

Estimación de consumo

Aseos

Los aparatos sanitarios previstos son:

- 2 inodoros.
- 2 lavabos.
- 1 punto adicional para limpieza.

De acuerdo con los valores de caudal unitario recogidos en el CTE DB-HS 4 y en catálogos de fabricantes, se adoptan los siguientes caudales máximos:

- Inodoro con fluxor: **0,15–0,20 l/s**.
- Lavabo: **0,10–0,15 l/s**.
- Toma de limpieza: **0,20–0,30 l/s**.

Asumiendo un escenario simultáneo conservador:

$$Q_{aseos} = (0{,}20 + 0{,}20) + (0{,}15 + 0{,}15) + 0{,}30 = 1{,}00 \text{ l/s}$$

Consumo orientativo de la cafetería

Al no existir un programa de necesidades definido (número de grifos, fregaderos, maquinaria, lavavajillas, etc.), no procede realizar cálculos hidráulicos interiores. No obstante, para justificar la acometida exterior se realiza una **estimación conservadora**:

- 1 fregadero: **0,20 l/s**
- 1 lavamanos: **0,10 l/s**
- 1 pequeño lavavajillas: **0,30–0,40 l/s**

Se adopta el caso más desfavorable:

$$Q_{cafetería} \approx 0{,}70 \text{ l/s}$$

En caso de que el concesionario requiera caudales superiores, el proyecto de actividad deberá prever la instalación de grupo de presión y depósito acumulador interior, tal como permite la sección HS-4.

Caudal total simultáneo

Aplicando un coeficiente de simultaneidad muy conservador (0,9), el caudal simultáneo es:

$$Q_{sim} = 1{,}70 \times 0{,}90 = 1{,}53 \text{ l/s}$$

2.1.2 Capacidad hidráulica

La conducción proyectada es PEAD Ø63 mm PN-10, fabricada según UNE-EN 12201. Su diámetro interior efectivo es aproximadamente 50 mm, según tablas del fabricante. La capacidad hidráulica de una tubería de Ø63 mm operando con velocidades típicas de diseño (1,0–1,5 m/s) se sitúa en los siguientes rangos:

- A 1,0 m/s → Q ≈ 1,96 l/s
- A 1,5 m/s → Q ≈ 2,94 l/s

Tomando el límite más desfavorable:

$$Q_{adm} \approx 2{,}0 \text{ l/s}$$

Por tanto:

$$Q_{sim} = 1{,}53 \text{ l/s} < Q_{adm} = 2{,}0 \text{ l/s}$$

Es decir, la tubería de Ø63 mm dispone de capacidad hidráulica suficiente para los caudales de consumo simultáneo estimados (≈1,50 l/s), operando a velocidades admisibles según CTE y normativa UNE.

3 SANEAMIENTO

El sistema de saneamiento proyectado tiene por objeto recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales generadas en el ámbito de la estación y del aparcamiento exterior, mediante una red unitaria que asegure la adecuada conexión con el sistema municipal existente y evite episodios de acumulación o desbordamiento durante lluvias intensas.

3.1 Situación actual

Por el margen este de la parcela, junto al cerramiento, discurre un colector municipal unificado que recoge aguas residuales y pluviales procedentes del entorno urbano. El trazado del colector sigue la alineación del límite este de la parcela y constituye el punto de descarga natural de las redes interiores del ámbito de la estación.

La conducción presenta una pendiente reducida, propia de la topografía prácticamente llana del terreno, lo que condiciona su capacidad hidráulica durante los episodios de lluvia. El colector necesita una reordenación parcial dentro del ámbito de obra para adaptarlo a la nueva configuración del aparcamiento y optimizar la evacuación hacia el pozo de conexión existente en el vial principal.

3.2 Solución proyectada

Con el fin de mejorar las condiciones de evacuación y adaptar el trazado de la red al nuevo orden de viales del aparcamiento, se proyecta la interceptación del colector existente en la esquina noreste del ámbito y su reposición mediante una nueva conducción de hormigón Ø400 mm.

El nuevo colector discurrirá bajo el vial de salida del aparcamiento, siguiendo un trazado prácticamente rectilíneo hasta enlazar con el pozo de conexión existente en el vial principal, que se encuentra a una profundidad aproximada de 1,70 m. Este pozo constituye el punto de vertido a la red municipal y establece la cota hidráulica de referencia para el dimensionamiento del nuevo tramo.

El colector actual quedará fuera de servicio y será demolido en el tramo comprendido dentro de la parcela, garantizando la desconexión completa de los ramales interiores y su sustitución por la nueva infraestructura.

Las características geométricas y constructivas del colector proyectado son las siguientes:

- **Diámetro interior**: 400 mm
- **Material**: Hormigón armado, con junta elástica estanca, conforme a la norma UNE-EN 1916
- **Longitud total**: 164,83 m
- **Cota fondo pozo inicial**: 89,38 m
- **Cota fondo pozo de conexión existente**: 88,83 m

- **Pendiente media:** 0,33 %

El empleo de tubería de hormigón se justifica por la escasa profundidad disponible, ya que en algunos tramos la cubierta del tubo resulta limitada debido a la rasante del vial de salida. En estas condiciones, el uso de un tubo de PVC no proporcionaría la resistencia mecánica suficiente frente a las cargas del tráfico rodado, motivo por el cual se adopta el hormigón como solución más resistente y estable.

El trazado se ejecutará en zanja convencional, con profundidad variable entre 1,50 y 1,90 m, disponiendo una cama de asiento de arena seleccionada de 10 cm, relleno lateral compactado por tongadas y relleno superior con material adecuado conforme a las especificaciones del pliego. Los pozos de registro intermedios se ubican en los cambios de dirección o de pendiente, dotados de marcos y tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado.

Además, se proyecta un aliviadero de emergencia Ø100 mm, que se conecta desde el pozo nº1 y descarga en la balsa de retención de pluviales situada al sureste del aparcamiento. Aunque este recorrido es más largo que el inicialmente previsto, permite ganar cota hidráulica y mejorar el funcionamiento del sistema en caso de sobrecarga de la red unitaria.

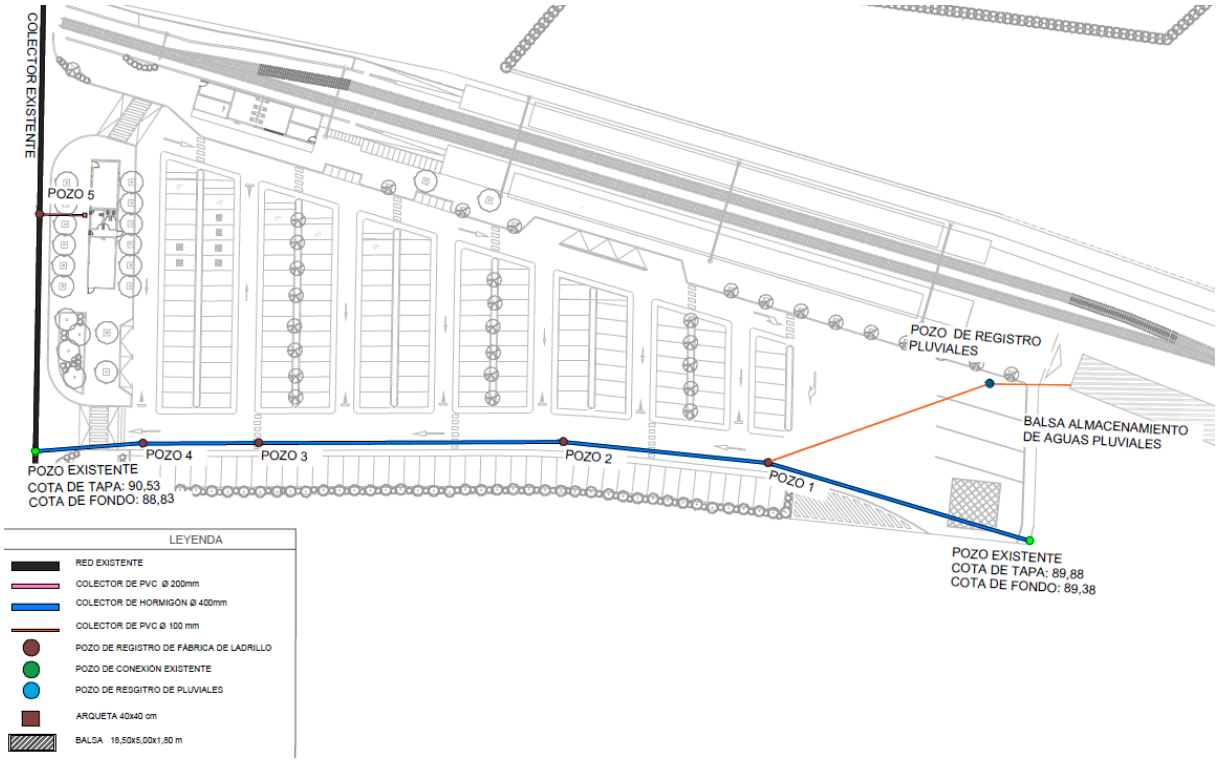


Ilustración 3. Red de saneamiento proyectada.

Este aliviadero actúa exclusivamente como medida de emergencia, de uso puntual durante episodios de lluvia de alta intensidad, y su presencia no exime de la responsabilidad municipal de ejecutar en el futuro la red separativa de pluviales y saneamiento, imprescindible para evitar posibles sobrecargas o retornos hacia las instalaciones de Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM).

Con esta actuación se logra una red de saneamiento más regular en su trazado y sección, compatible con las condiciones hidráulicas existentes, que permite una evacuación controlada y segura de los caudales combinados de aguas residuales y pluviales del ámbito.

3.3 Red de conexión de cafetería y aseos

El saneamiento del edificio de cafetería y aseos se resuelve mediante una arqueta de registro exterior situada junto a la fachada del edificio, que actúa como punto de recogida y control de las aguas procedentes de los aparatos sanitarios y zonas húmedas.

Desde esta arqueta parte un ramal de acometida en tubería de PVC Ø200 mm, dispuesto en régimen de gravedad, que conduce las aguas hacia un pozo de fábrica de ladrillo, situado en el límite del ámbito de la edificación. Este pozo permite la ventilación, inspección y mantenimiento del sistema antes de su conexión a la red general.

Desde dicho pozo, la conducción enlaza con el colector principal que discurre por la calle Guillem Moragues, garantizando la evacuación hacia la red municipal existente y la continuidad hidráulica del conjunto.

La instalación se ejecutará en zanja convencional, con pendiente suficiente para asegurar la circulación por gravedad y con materiales seleccionados que eviten asientos diferenciales. Las uniones de los tubos serán elásticas y estancas, conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 1401, y los elementos de registro estarán dotados de tapa de fundición dúctil adecuada a la zona de tránsito.

Esta disposición permite una conexión directa, segura y fácilmente mantenible entre la red interior del edificio y la red general de saneamiento del ámbito.

3.4 Sistema de alivio pluvial

Para evitar posibles desbordamientos en superficie durante los episodios de lluvia intensa, se proyecta un aliviadero de PVC Ø100 mm que parte de la parte superior del pozo 1 de la red principal de saneamiento poyectada y descarga en la balsa de retención situada junto al aparcamiento.

Esta disposición permite derivar el exceso de caudal cuando el nivel del colector unitario alcanza su cota máxima de funcionamiento, evitando así el ascenso del agua en los pozos y la salida de caudal por las tapas de registro.

La balsa de retención, de dimensiones aproximadas 56,0 × 6,0 × 1,8 m, actúa como depósito de laminación e infiltración controlada, recibiendo los caudales de alivio en eventos puntuales y liberándolos progresivamente al terreno. De este modo se reduce la carga hidráulica sobre la red municipal y se mejora la gestión del drenaje superficial del conjunto.

El sistema se integra en el esquema general de drenaje del aparcamiento, funcionando automáticamente y por gravedad, sin necesidad de elementos mecánicos. La conexión del aliviadero

se ejecuta mediante tubería estanca enterrada, con pendiente continua hacia la balsa, de forma que el flujo únicamente se produce cuando el nivel en el pozo principal supera la cota de entrada del conducto.

Debe destacarse que este aliviadero tiene carácter excepcional y de emergencia, concebido exclusivamente como medida de seguridad hidráulica ante lluvias de intensidad extraordinaria. La solución no sustituye a la necesidad de disponer de una red separativa municipal para la correcta gestión independiente de las aguas residuales y pluviales.

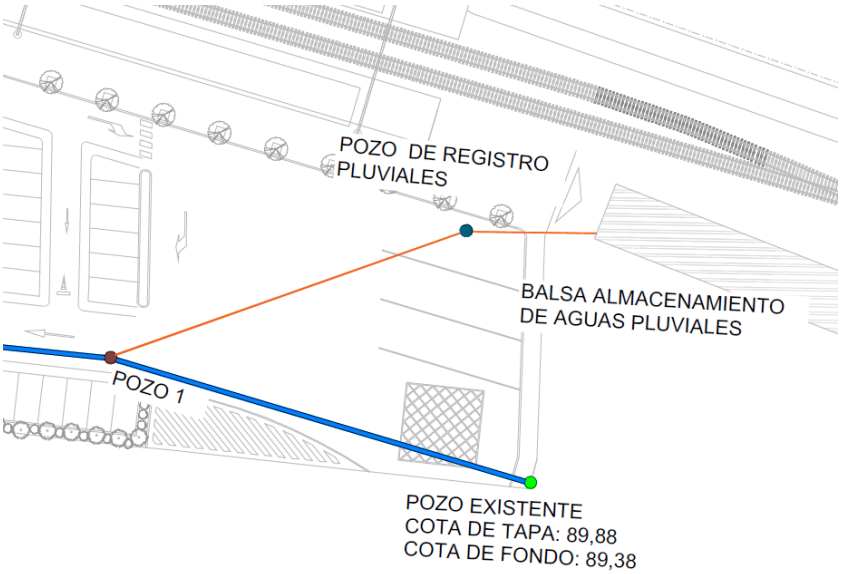


Ilustración 4. Sistema de alivio pluvial.

En este sentido, se considera que el Ayuntamiento de Petra, como titular de la red municipal, la planificación y ejecución futura de la separación de redes, con el fin de garantizar un funcionamiento adecuado y evitar que la red unitaria existente pueda ocasionar incidencias o sobrecargas en las instalaciones de SFM.

Este sistema de alivio, por tanto, no modifica la responsabilidad del gestor municipal, y se proyecta únicamente como solución preventiva y reversible, orientada a preservar la seguridad y operatividad del ámbito de la estación.

ANEJO Nº9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

ANEJO Nº9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 3
2 OBJETO DEL PROYECTO 3
3 EMPLAZAMIENTO 3
4 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN 4
5 REGLAMENTACIÓN 4
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 6
7 CARGADORES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS 6
7.1 Características de los cargadores eléctricos 7
8 ALUMBRADO PÚBLICO 9
8.1 Descripción de las instalaciones. 9
8.2 Características generales de la instalación según RD 1890/2008. 11
8.2.1 Eficiencia energética EA-01 11
8.2.2 Clasificación energética de las instalaciones de alumbrado 12
8.2.3 Niveles de iluminación EA-02 13
8.2.4 Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado. 14
8.2.5 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta EA-03 14
8.2.6 Limitación de luz intrusa 15
8.3 Componentes de las instalaciones EA-04 16
8.3.1 Redes de alimentación (Cables) 16
8.3.2 Báculos, soportes de luminarias 16
8.3.3 Luminarias y lámparas 17
8.3.4 Control y modo de funcionamiento 18
8.3.5 Dimensionamiento de las instalaciones. 19
8.3.6 Protección contra contactos directos e indirectos 21
8.3.7 Puesta a tierra 21
9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 22

ANEJO Nº9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

9.1 Criterio de cálculo de intensidad admisible. 22
9.2 Criterio de caída de tensión....22
10 ESTUDIO LUMINOTÉCNICO 24
11 FICHAS TÉCNICAS....25

1 INTRODUCCIÓN

Este anexo forma parte de la remodelación por parte de SFM Serveis Ferroviaris de Mallorca, de la estación de ferrocarril del Término Municipal de Petra, en Mallorca.

Con el objeto de ejecutar una instalación de baja tensión fundamentalmente con dos objetivos:

1. Alumbrado de la estación
2. Dar servicio a cargadores de vehículos eléctricos.

2 OBJETO DEL PROYECTO

La redacción del Proyecto tiene como objetivo definir las características técnicas, que deberá tener la instalación para dar cumplimiento a la normativa vigente. También tiene por objetivo obtener las licencias administrativas necesarias para su ejecución.

3 EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación es:

Estación de Ferrocarril de Petra, Mallorca. 07520.



Ilustración 1. Estado actual

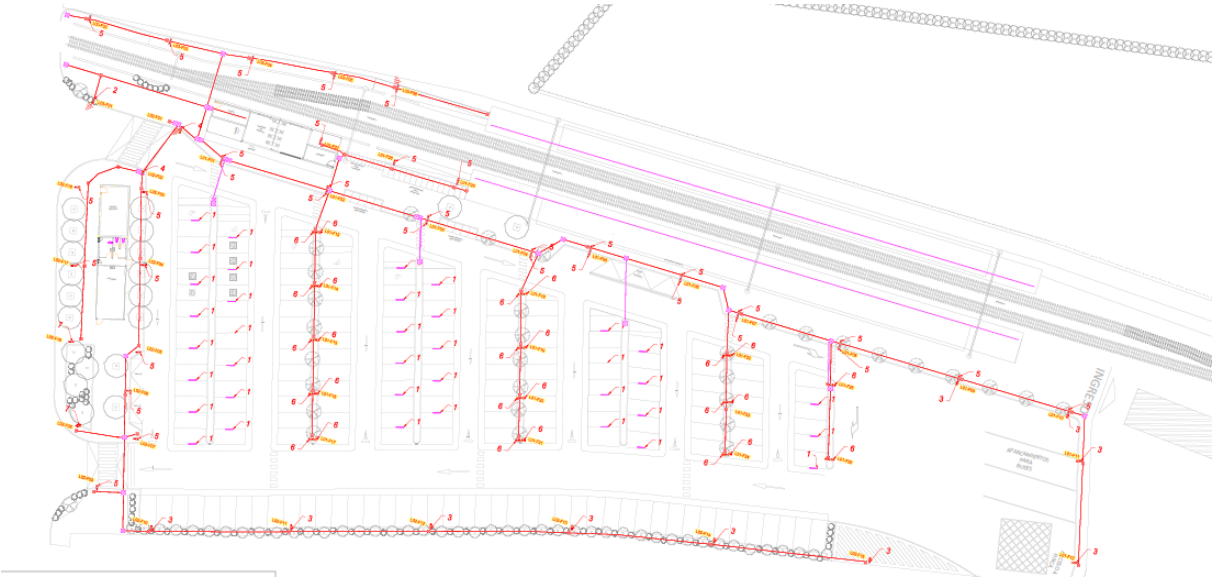


Ilustración 2. Obras proyectadas

4 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN

Promotor	SFM Serveis Ferroviaris de Mallorca
CIF	Q5750006H
Domicilio Fiscal	C/ Passatge Cala Figuera, 6 07009. Palma. I. Balears

5 REGLAMENTACIÓN

Se cumplen las prescripciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2.002 y en especial la INSTRUCCIÓN ITC BT 09.

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el cual se aprueba el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, BOE 224 de 18.09.09).
- Normas e-distribución aprobadas en Resolución de 29 de enero de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban las especificaciones particulares y proyectos tipo de Edistribución Redes Digitales, SLU. En concreto la norma NRZ002 y la norma NRZ103 para las instalaciones de BT

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre , del Sector Eléctrico (BOE nº310 de 27 de diciembre de 2013)
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas Edistribución aprobadas en Resolución de 29 de enero de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban las especificaciones particulares y proyectos tipo de Edistribución Redes Digitales, SLU. En concreto la normas
- FYZ3000 Proyecto tipo CT Interior Prefabricado de Superficie
- DYZ10000 Proyecto tipo Líneas Subterráneas Media Tensión
- Resolución del Conseller de Comercio, Industria y Energía de 29 de noviembre de 2006, por lo que se ordena la publicación de la instrucción del Director General de Industria de 30 de octubre de 2006, por la que se determinan algunas interpretaciones para la aplicación del reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Resolución del Conseller de Comercio, Industria y Energía de 17 de mayo de 2006, por lo que se ordena la publicación de la circular del Director General de Industria de 4 de abril de 2006, por la que se fijan los criterios sobre la previsión de cargas para el dimensionado de nueva infraestructura eléctrica necesaria para atender las peticiones de suministros.

6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se proyecta una instalación de cargadores eléctricos para vehículos, con el objeto de aprovechar la energía generada por la planta fotovoltaica.

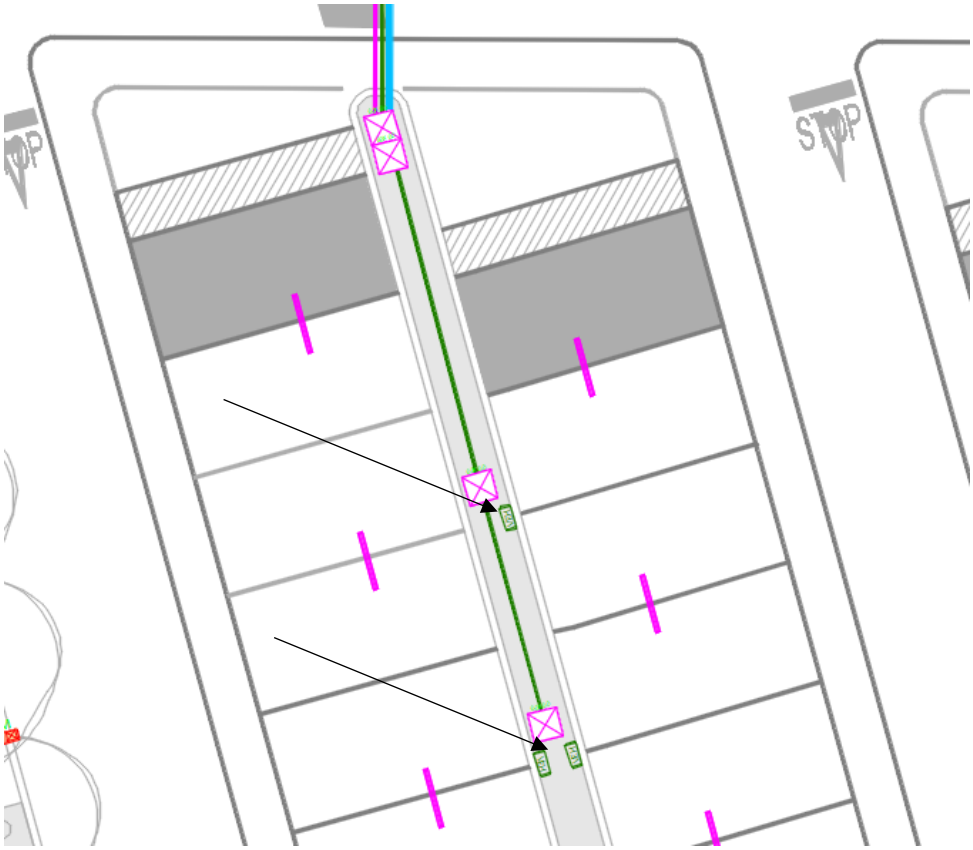
También se proyecta una instalación de alumbrado, para aparcamiento, zona de entrada a la estación y zona de espera de la estación.

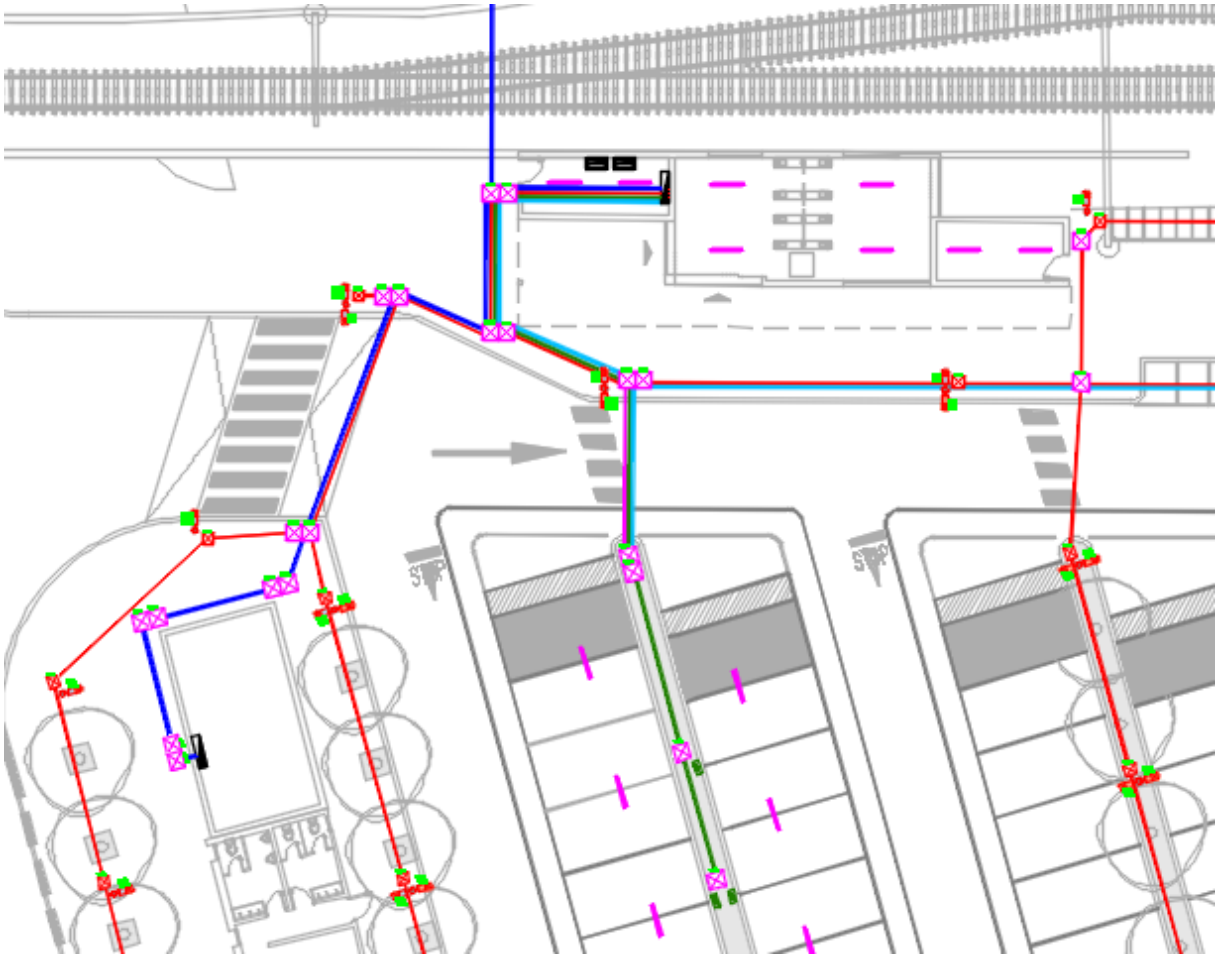
7 CARGADORES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La estación dispondrá de generación de energía eléctrica mediante instalación de placas fotovoltaicas. Se pretende aprovecha parte de la energía generada para dar servicio de recarga a los vehículos eléctricos.

Para ello se instalarán tres módulos de recarga, cada uno de ellos de 22kW.

Se generan unos cuadros eléctricos que funcionarán como protecciones de dicho alumbrado y de alimentación a los cargadores de vehículos eléctricos.





Para ello, desde el cuadro ubicado en la sala Técnica se instalarán línea de 4x25mm^2 de Cu, como alimentación a cada uno de los módulos de servicio.

7.1 Características de los cargadores eléctricos

Los cargadores eléctricos serán de las siguientes características:

Comunicaciones: Ethernet|Wi-Fi

- Tipo salida: 400 Vca - 32 A - 22 kW
- Corriente de entrada: 67 A
- Tipo conector: Cable Tipo 2
- Tipo red: Trifásica
- Modo recarga: 3
- Nº Tomas: 2
- Protección diferencial: Tipo A

Alimentación en alterna

ANEJO Nº9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

Corriente de entrada	67 A
Frecuencia	50 … 60 Hz
Tipo de red	3F + N + PE
Tensión nominal	400 V ~ ± 10 %
Características eléctricas	
Protección contra sobretensiones (DSP)	Protector contra sobretensión transitoria IEC 61643-1 (Clase II), (Opcional)
Protección de sobrecorriente	PIA 40 A (curva C)
Balanceo de potencia entre tomas	1
Cable: Tipo de conector	Cable Tipo 2
I máx. de salida (A)	32
Modo de carga	Modo 3 (IEC 61851-1)
Nº de tomas	2
Potencia máxima de salida (kW)	22
Tensión	400 V ~ (± 10 %)
Características mecánicas	
Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	46 x 1544 x 234 (mm)
Envolvente	Aluminio y ABS
Peso Neto (kg)	55
Características ambientales	
Grado de protección	IP 54 / IK10
Humedad relativa (sin condensación)	5 … 95 %
Temperatura de almacenamiento	20 … +60 ºC
Temperatura de trabajo	-5 … +45 ºC
Comunicación red	
Protocolo	OCPP
Tecnología / Tipo	Ethernet 10/100 Base TX (TCP/IP)

8 ALUMBRADO PÚBLICO

8.1 Descripción de las instalaciones.

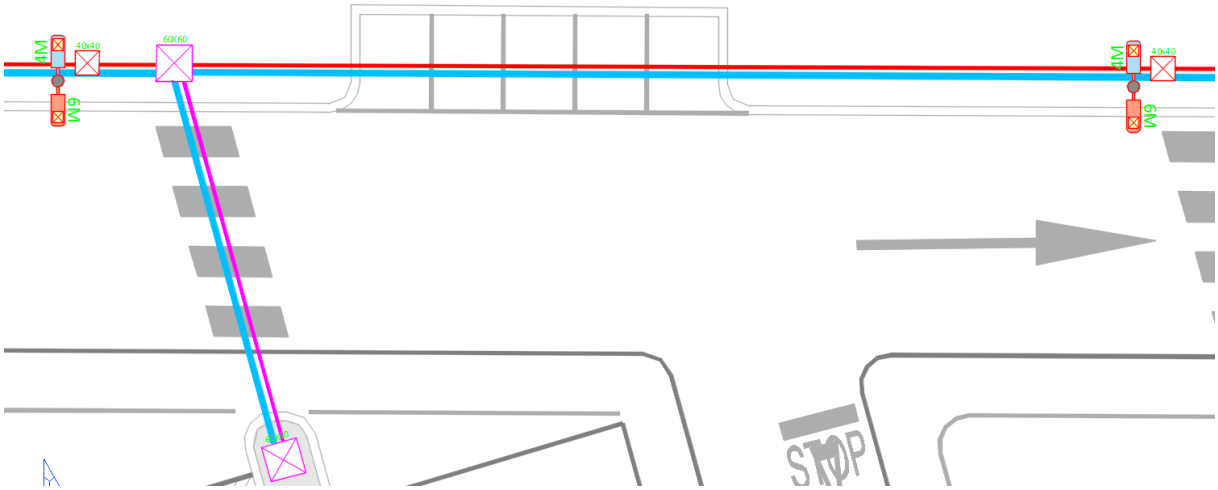
Se ha proyectado una instalación de alumbrado para los diferentes sectores de la estación

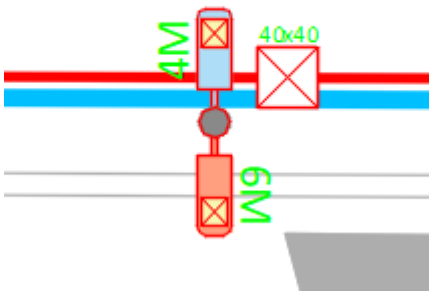
Zona aparcamiento.

Se ha diseñado un alumbrado que permita una correcta iluminación en la zona de aparcamiento y la zona de aceras.

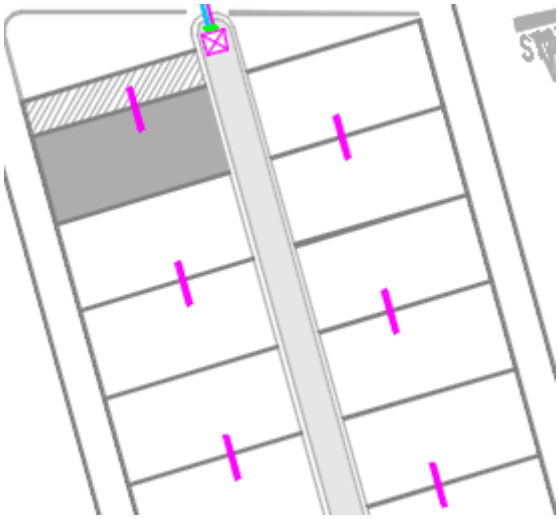
Para la zona de aparcamiento, (vial) se ha proyectado que se realice mediante luminarias colocadas a 6m de altura, buscando una iluminación media de 15lux, y para la zona peatonal, (aceras) se colocará en la misma columna una luminaria a 4m, con el objetivo de tener una iluminación media de 10 lux.

La luminaria elegida es la URBAN FLEX de Philips o similar.



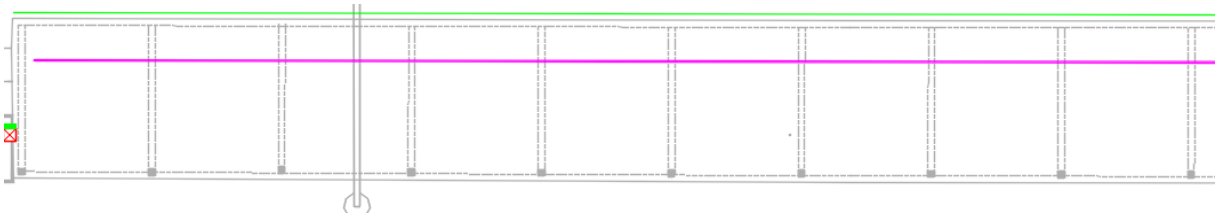


En la zona de aparcamiento que queda cubierta por pérgola, la iluminación la realizaremos mediante pantallas LED, soportadas bajo la pérgola.



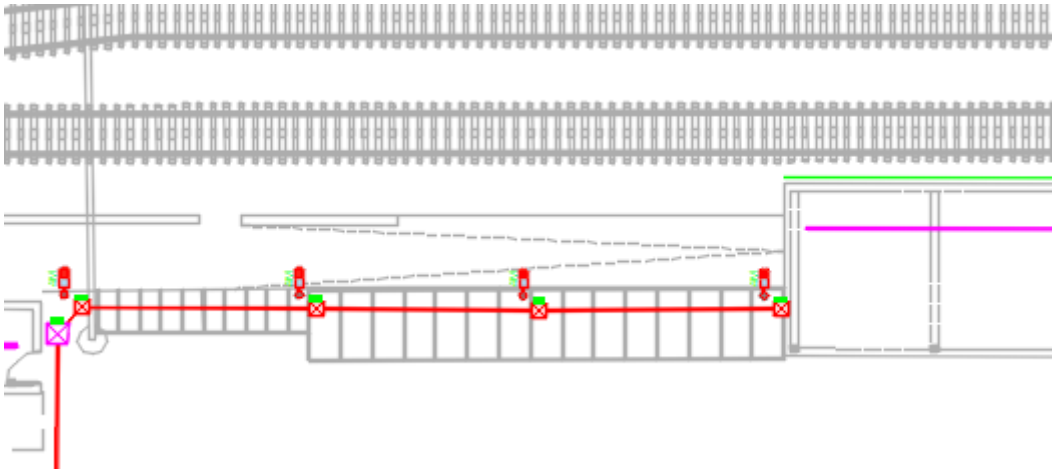
Zona de espera de la estación

Para dicha zona se ha previsto una tira Led que recorrerá toda la longitud de la pérgola, para conseguir una iluminación de 15 lux de media, y colocando cada 5m un bloque de emergencia para solucionar una posible avería en el alumbrado de dicha pérgola.



Zona de entrada a la zona de espera de la estación.

En esta zona, la entendemos como zona peatonal y la hemos equipado con luminarias situadas en columnas a 4m de altura, dando una iluminación media de 10 lux.



Cuarto técnico, control de accesos y almacén

La sala técnica, el control de acceso y el almacén lo hemos iluminado con una instalación de pantallas LED, se trata de una iluminación interior de locales

8.2 Características generales de la instalación según RD 1890/2008.

8.2.1 Eficiencia energética EA-01

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = {S \cdot E_m}/{P}\left(m^2 \cdot {lux}/{W}\right)$$

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(m^2 \cdot {lux}/{W}\right)$$

Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado de vial funcional.

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA (m^2 lux/W)
≥ 30	22
25	20
20	17.5
15	15
10	12
≤ 7.5	9.5
Nota: Para los valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal	

Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado de vial ambiental.

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA (m^2 lux/W)
≥ 20	9
15	7.5
10	6
7.5	5
≤ 5	3.5
Nota: Para los valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal	

Se adjunta estudio de iluminación para comprobación de resultados.

8.2.2 Clasificación energética de las instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos, festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_ε) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ε) y el valor de eficiencia energética de referencia (ε_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla de valores de eficiencia energética de referencia.

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia. ε_R (m^2 lux/W)	Iluminancia media E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia. ε_R (m^2 lux/W)
≥30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤7.5	14	7.5	7

--	--	≤5	5

El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética.

$$ICE = 1/I_{\varepsilon}$$

La siguiente tabla determina la calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE<0.91	I_{ε}>1.1
B	0.91≤ICE<1.09	1.1≥ I_{ε}>0.92
C	1.09≤ICE<1.35	0.92≥ I_{ε}>0.74
D	1.35≤ICE1.79	0.74≥ I_{ε}>0.56
E	1.79≤ICE<2.63	0.56≥ I_{ε}>0.38
F	2.63≤ICE<5.00	0.38≥ I_{ε}>0.20
G	ICE≥5.00	I_{ε}≤0.20

La instalación a ejecutar tendrá una calificación energética A.

8.2.3 Niveles de iluminación EA-02

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc), cubiertos por la presente instrucción. En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 "iluminación de carreteras" y no tendrán consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de uniformidad mínima, mientras que el resto de requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminación en un punto, deslumbramiento e iluminación de

alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

Los requisitos fotométricos anteriores no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente la excepcionalidad y sea aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

8.2.4 Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado.

Según IT para instalaciones de alumbrado exterior.

Tipo de vía	Clase de alumbrado
Estaciones de autobuses, con tráfico normal, aparcamientos en general	CE3/CE4

8.2.4.1 Niveles de iluminación

Clase de alumbrado	Iluminancia horizontal en el área	
	Iluminancia Media Em (Lux)	Uniformidad media (mínima)
CE3	15	0.40

8.2.5 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta EA-03

8.2.5.1 Resplandor luminoso nocturno

El resplandor nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada en las superficies iluminadas,

Clasificación de la zona:

E3, Zona urbana residencial, donde calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.

Valor límite de flujo hemisférico superior instalado. ≤15%.

Además de ajustarse al valor límite, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.

b) Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.

c) El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

8.2.6 Limitación de luz intrusa

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la siguiente tabla.

		E3
Iluminancia vertical	E_v	10 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias	L	10.000cd
Luminancia media de las fachadas	L_m	10 cd/m^2
Luminancia máxima de las fachadas	L_{max}	60 cd/m^2
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos	L_{max}	800 cd/m^2
Incremento de umbral de contraste	TI	TI=15% para adaptación L= 2 cd/m^2

8.3 Componentes de las instalaciones EA-04

8.3.1 Redes de alimentación (Cables)

Los cables a utilizar deberán tener las siguientes características:

Sección mínima en los conductores de los cables será de 6mm^2

En la distribución trifásica tetrapolar, para conductores de fase de sección superior a 6mm^2, la sección del neutro es conforme a la ITC BT 07.

Tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV.

Conductor:

Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228
T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito.
Aislamiento
Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1
Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1
Cubierta interior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.
Armadura
Fleje de acero
Cubierta exterior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

Tubos para canalizaciones

Serán del tipo liso o corrugados construidos con cloruro de polivinilo o polietileno de 4 atm,, pudiendo soportar sin sufrir deformación alguna temperaturas de hasta 60ºC.

Los tubos serán de Ø75mm , y cumplirán la UNE-EN 50.086-2-4 deberán estar hormigonados.

Los tubos irán enterrados a una cota no inferior a 40cm del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo bajo aceras y de 65cm en los demás casos. Se colocará una cinta de señalización situada a una distancia mínima del suelo de 10cm y a 25cm por encima del tubo.

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias y a una altura no inferior de 30cm del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

8.3.2 Báculos, soportes de luminarias

Todos los soportes deberán disponer de un certificado por topógrafo acreditado en relación al emplazamiento geolocalizado de la instalación en base a la protección cartográfica ETRS 1989 Zona 31-Norte.

También habrá columnas, modelo indicado en los planos.

Los soportes deberán tener una puerta o trampilla que solo se puede abrir con útiles especiales y dispone de un borne de tierra metálica.

La puerta o trampilla tendrá un grado de protección IP44 (según UNE 23.324) e IK 10 (según UNE EN 50.102).

Los conductores son de cobre, de sección mínima de 2.5mm^2 y de tensión 0.6/1 kV.

En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tienen una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro.

Para las conexiones de los conductores de red con los del soporte se utilizan elementos de derivación apropiados en número y tipo así como elementos de protección para el punto de luz.

Los soportes y las luminarias deberán llevar el marcado CE, conforme a la normativa vigente

8.3.3 Luminarias y lámparas

Todos los productos deberán estar sometidos al marcado CE.

El hermeticidad del sistema ópitco será IP-65 ó IP 66.

El diseño de la luminaria permitrá la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente.

La luminaria cumple las siguientes características:

	Para Vias tipo A, B, C, D y E
Sistema óptico	Cerrado
Fotometría	Prefrentemente regulable
Hermeticidad	Mínimo IP 65
Cierre	Preferentemente Vidiro
Temperatura de color correlacionada en Kelvin	3000 K
Índice de reproducción cromática	Mínimo Ra70

Protección contra sobreintensidades permanentes o transitorias	Integrado en el equipo de control de la luminaria
Placa de led	Preferentemente intercambiable in situ
Dispositivo de control	Preferentemente intercambiable in situ
Sistema de disipación de calor	No debe requerir un incremento en las labores de conservación y limpieza de la luminaria

Cada punto de liz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0.90.

Cada punto de luz está protegido contra sobreintensidad (interruptor automático o fusible).

8.3.4 Control y modo de funcionamiento

Para el control del alumbrado se instalará en cada una de las luminarias un CITIDIM de ARELSA o similar y en cada uno de los cuadros un CITILUX de ARELSA o similar.

El alumbrado funcionará por reloj horario, y se dispondrán diferentes niveles de iluminación según la franja horaria en la que se encuentre.

Características de los elementos:

CITIDIM de ARELSA o similar

Se trata de un sistema de regulación programable por telegestión que programa hasta 10 niveles de regulación en reactancias y drivers LED.

Almacena hasta 30 curvas de programación.

Dispone de 4 contactos:

- Cada grupo de puntos de luz se programa con su curva personalizada.
- Cada contacto integra un reloj astronómico (programación horaria y nº de maniobras flexible).

Terminal Citilux de ARELSA o similar

El cerebro de la instalación es el terminal Citilux, un equipo compacto, robusto y de reducidas dimensiones.

La autonomía queda garantizada gracias al reloj interno que incorpora una batería con 16 años de reserva sin tensión y a la memoria eeprom que almacena la programación.

Instalación y mantenimiento muy sencillos por ser un aparato de carril DIN.

Realiza las siguientes funciones:

a) Mando de las maniobras.

Encendido, apagado, reducción de nivel, etc. mediante cuatro relés independientes. El terminal Citilux lleva incorporado un reloj y un algoritmo astronómico que calcula cada día el orto y el ocaso y permite optimizar los periodos de funcionamiento.

b) Análisis de todos los parámetros eléctricos de la acometida.

En valores trifásicos y por cada fase. Medidas de tensión, intensidad, potencia activa y reactiva, factor de potencia, índices de distorsión armónica, consumos de energía activa y reactiva y horas de funcionamiento. Dichos parámetros son almacenados en memoria y recogidos posteriormente.

c) Análisis de anomalías y averías.

Registro de cortes en el suministro de compañía, disparo de protecciones de salidas, desviaciones de los parámetros eléctricos respecto sus valores nominales, etc.

d) Centralización y mando sobre elementos periféricos.

A través de un BUS 485 permite monitorizar elementos periféricos tales como analizadores de red, contadores, reguladores de flujo, modificar remotamente las consignas de trabajo, etc.

Características del terminal

CONTACTOS (ACTUADORES CALENDARIZADOS)

Los contactos de salida permiten un completo gobierno de las instalaciones con calendarios exhaustivos de maniobras de actuación:

8.3.5 Dimensionamiento de las instalaciones.

Se puede observar en el documento de planos, en los esquemas, el dimensionamiento de las instalaciones.

En ningún caso la caída de tensión supera el 3%.

Cálculos eléctricos.

Se ha calculado de acuerdo con las siguientes fórmulas de caída de tensión:

- $d = \frac{2 * P * L}{U * \gamma * s}$ para circuitos monofásicos o trifásicos desequilibrados.

- $d = \frac{P * L}{U * \gamma * s}$ para circuitos trifásicos equilibrados.

- $P = V * I$ para circuitos monofásicos o trifásicos desequilibrados.

- $P = 1.73 * V * I * \cos\theta$ para circuitos trifásicos equilibrados.

Siendo en dichas fórmulas:

- *P* = potencias en Watios.

- *L* = longitud en metros.

- *S* = sección del conductor en mm^2.

- **g** = conductividad del cobre en $m/Ohms.mm^2$.

-*d* = caída de tensión en voltios.

- *V* = Tensión de servicio.

De estas fórmulas obtendremos la sección del cable S, no permitiendo que la caída de tensión exceda del 3% de la tensión de servicio.

En todos los casos tendremos en cuenta que las intensidades que deban circular por los cables no sobrepasen nunca los valores admisibles.

Las secciones obtenidas para cada línea se muestra en los esquemas correspondientes.

Nota : Según señala el R.E.B.T. en la ITC BT 009 la potencia de las luminarias fluorescentes se ha multiplicado por 1.8.

Cálculo de la intensidad de cortocircuito

Calcularemos la Intensidad de cortocircuito, de la siguiente forma:

I_{cc}=0.8U/R

Donde:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado

U Tensión de alimentación fase neutro (230V)

R Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

Y donde R será:

R= ρL/S donde

ρ es la resistividad. Del cobre a 20ºC (0.018 $\Omega mm^2/m$)/ del aluminio a20ªC (0.029 $\Omega mm^2/m$)

L Longitud de la línea

S La sección de la línea.

Las líneas no superan los 590m, se han diseñado con sección de 6mm^2 y térmico de 16 A con curva C.

8.3.6 Protección contra contactos directos e indirectos

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que están instaladas a una altura inferior a 3m del suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales.

Cuando las luminarias sean de clase I deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento verde-amarillo y sección mínima 2.5mm2 en cobre.

Las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncions y demás elementos del mobiliario urbano que estén a una distancia inferior a 2m de las partes metálicas de la instalación del alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente estarán puestas a tierra.

8.3.7 Puesta a tierra

Se revisará la toma tierra de toda la instalación. La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen electrodos deberán ser, desnudos, de cobre, de 35mm2 de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm2 de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Actualmente en el edificio existente, existe un cuadro de conmutación que permite el suministro desde las instalaciones de SFM o el suministro desde la red de Edistribución.

Dicho cuadro de conmutación lo trasladaremos a la sala técnica y desde allí alimentará el cuadro de servicios de la estación.

El cuadro general de servicios de la estación gobernará y protegerá los cuadros de cafetería, cargadores de vehículos eléctricos y el cuadro de alumbrado de la estación.

Por tanto, todos los servicios de la estación podrán alimentarse desde la red de compañía suministradora o desde las instalaciones de SFM.

El Cuadro de servicios será el cuadro general de la estación, y en la misma sala técnica ubicaremos los cuadros de recarga de vehículos y cuadro de alumbrado.

Cuadro de recarga de vehículos

Seré el cuadro de gobierno y protección de los cargadores eléctricos, tendrá una potencia máxima admisible de 43.6Kw y gobernará los tres cargadores eléctricos cada uno de forma individual.

Cuadro de alumbrado

Este cuadro gobernará y protegerá toda la instalación de alumbrado de la estación, incluyendo zona de aparcamiento, zona de andenes y zonas de acceso.

Cada zona tendrá varios circuitos, con la intención de que en caso de fallo de una línea quede una parte de la estación con iluminación.

Cuadro cafetería

Ubicado en el local destinado a cafetería dispondrá de una potencia máxima de 25kW.

La cafetería cuenta con una distribución eléctrica inicial, pero se deberá esperar a que exista explotador y defina sus necesidades. Al no tener programa de necesidades se ha electrificado de una forma básica.

9.1 Criterio de cálculo de intensidad admisible.

No tenemos criterio de cálculo de intensidad admisible.

El RBT en su ITC BT 19, aptdo 2.2.3 Intensidades máximas admisibles indica que estas se regirán por la norma UNE 20.460.5-523, que esta derogada. Nosotros para conocer la intensidad admisible en los cableados, nos basamos en la tabla B52.X de corrientes admisibles de los conductores de la norma UNE-HD 60364-5-52:2022.

9.2 Criterio de caída de tensión

ANEJO Nº9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

El RBT en su ITC BT 19 aptdo 2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de ensión, dice que:

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

10 ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

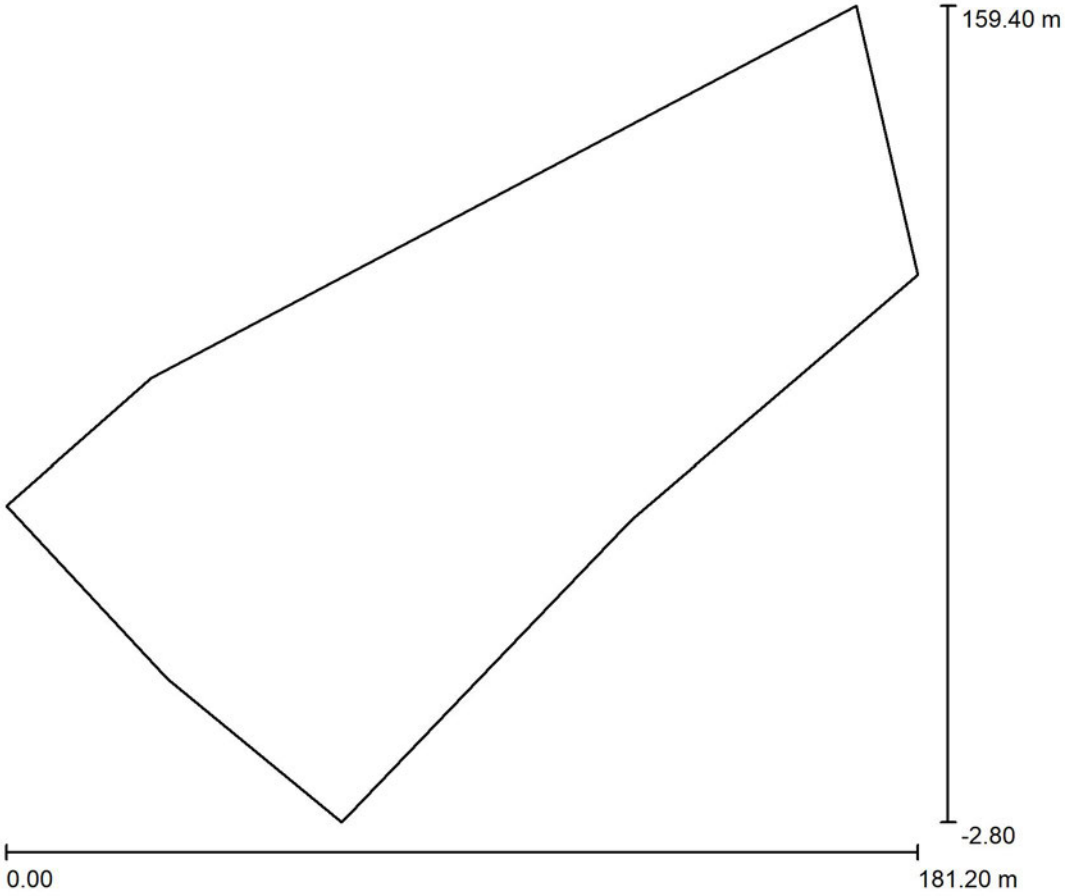
ESTACIO SFM DE PETRA

Partner for Contact: Jaume Vidal
Order No.:
Company: Enginyer Industrial col.395
Customer No.:

Índice

ESTACIO SFM DE PETRA
Portada del proyecto 1
Índice 2
Zona de Cálculo
Datos de planificación 3
Lista de luminarias 5
Luminarias (ubicación) 7
Luminarias (lista de coordenadas) 9
Superficie de cálculo (sumario de resultados) 18
Rendering (procesado) en 3D 19
Rendering (procesado) de colores falsos 20
Superficies exteriores
Anden
Isolíneas (E, perpendicular) 21
Superficie de cálculo 2
Isolíneas (E, perpendicular) 22
Superficie de cálculo 3
Isolíneas (E, perpendicular) 23
Superficie de cálculo 4
Isolíneas (E, perpendicular) 24
Parking Marquesinas
Isolíneas (E, perpendicular) 25
Superficie de cálculo 6
Isolíneas (E, perpendicular) 26
Superficie de cálculo 7
Isolíneas (E, perpendicular) 27

Zona de Cálculo / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 3.0%

Escala 1:1504

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	42	Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 (1.000)	2500	2500	20.5
2	1	Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG (1.000)	4704	5600	36.0
3	5	Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG (1.000)	4300	5000	32.0
4	2	Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG (1.000)	3825	4500	28.5
5	30	Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG (1.000)	1914	2200	14.6

Zona de Cálculo / Datos de planificación

Lista de piezas - Luminarias

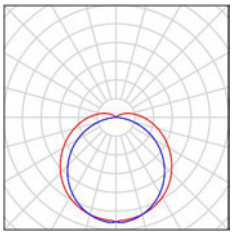
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
6	24	Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG (1.000)	2975	3500	22.0
7	2	Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG (1.000)	2550	3000	20.5
		Total:	272794	Total: 300617	2121.0

Zona de Cálculo / Lista de luminarias

42 Pieza

Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200
N° de artículo: 911401837080
Flujo luminoso (Luminaria): 2500 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2500 lm
Potencia de las luminarias: 20.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 92
Código CIE Flux: 41 70 89 92 100
Lámpara: 1 x 25S/840 (Factor de corrección 1.000).

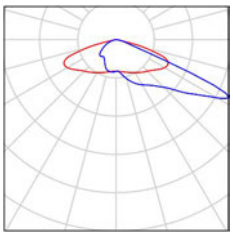




1 Pieza

Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG
N° de artículo: BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9
Flujo luminoso (Luminaria): 4704 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5600 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 28 63 96 100 84
Lámpara: 1 x LED56-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

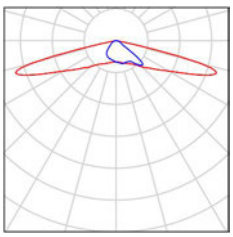




5 Pieza

Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG
N° de artículo: BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1
Flujo luminoso (Luminaria): 4300 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 32.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 27 63 95 100 86
Lámpara: 1 x LED50-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

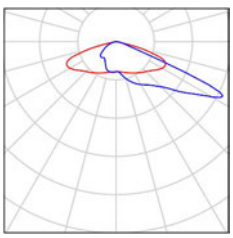




2 Pieza

Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG
N° de artículo: BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385
Flujo luminoso (Luminaria): 3825 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4500 lm
Potencia de las luminarias: 28.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 28 63 96 100 85
Lámpara: 1 x LED45-4S/730 (Factor de corrección 1.000).



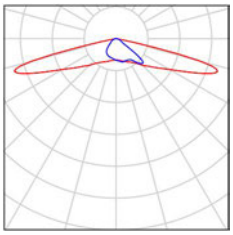


30 Pieza

Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG

N° de artículo: BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0
Flujo luminoso (Luminaria): 1914 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2200 lm
Potencia de las luminarias: 14.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 27 63 95 100 87
Lámpara: 1 x LED22-4S/730 (Factor de corrección 1.000).



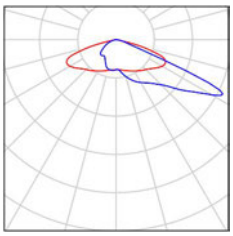


Zona de Cálculo / Lista de luminarias

24 Pieza

Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG
N° de artículo: BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d
Flujo luminoso (Luminaria): 2975 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3500 lm
Potencia de las luminarias: 22.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 28 63 96 100 85
Lámpara: 1 x LED35-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

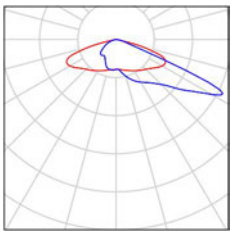




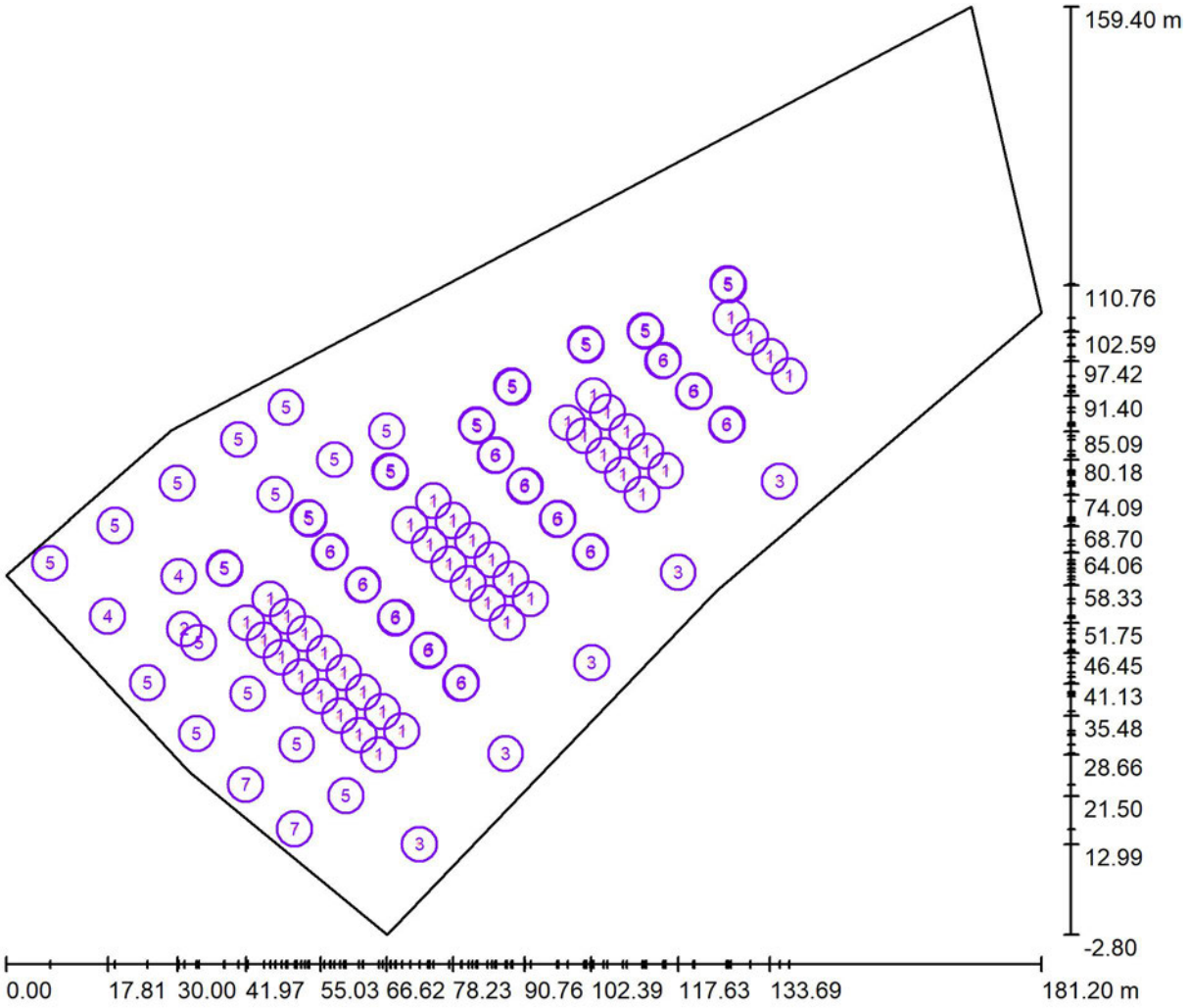
2 Pieza

Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG
N° de artículo: BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1
Flujo luminoso (Luminaria): 2550 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
Potencia de las luminarias: 20.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 28 63 96 100 85
Lámpara: 1 x LED30-4S/730 (Factor de corrección 1.000).





Zona de Cálculo / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1296

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	42	Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200
2	1	Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG
3	5	Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG
4	2	Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG

Zona de Cálculo / Luminarias (ubicación)

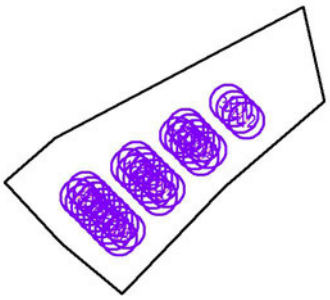
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
5	30	Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG
6	24	Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG
7	2	Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200

2500 lm, 20.5 W, 1 x 1 x 25S/840 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	70.735	68.836	2.800	0.0	0.0	-45.0
2	74.131	65.427	2.800	0.0	0.0	-45.0
3	77.527	62.018	2.800	0.0	0.0	-45.0
4	80.924	58.609	2.800	0.0	0.0	-45.0
5	84.320	55.200	2.800	0.0	0.0	-45.0
6	87.717	51.791	2.800	0.0	0.0	-45.0
7	74.829	72.983	2.800	0.0	0.0	-45.0
8	78.225	69.574	2.800	0.0	0.0	-45.0
9	81.622	66.165	2.800	0.0	0.0	-45.0
10	85.018	62.756	2.800	0.0	0.0	-45.0
11	88.415	59.348	2.800	0.0	0.0	-45.0
12	91.811	55.939	2.800	0.0	0.0	-45.0
13	48.233	45.708	2.800	0.0	0.0	-45.0
14	51.629	42.299	2.800	0.0	0.0	-45.0
15	55.026	38.890	2.800	0.0	0.0	-45.0
16	58.422	35.481	2.800	0.0	0.0	-45.0
17	61.819	32.072	2.800	0.0	0.0	-45.0
18	65.215	28.663	2.800	0.0	0.0	-45.0
19	52.327	49.855	2.800	0.0	0.0	-45.0
20	55.724	46.446	2.800	0.0	0.0	-45.0
21	59.120	43.037	2.800	0.0	0.0	-45.0
22	62.517	39.628	2.800	0.0	0.0	-45.0
23	65.913	36.219	2.800	0.0	0.0	-45.0
24	69.310	32.811	2.800	0.0	0.0	-45.0
25	45.195	48.727	2.800	0.0	0.0	-45.0
26	49.290	52.875	2.800	0.0	0.0	-45.0
27	42.158	51.747	2.800	0.0	0.0	-45.0
28	46.252	55.894	2.800	0.0	0.0	-45.0

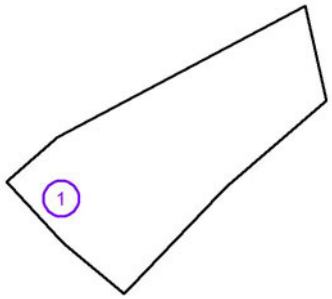
Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	98.289	86.664	2.800	0.0	0.0	-45.0
30	101.170	84.351	2.800	0.0	0.0	-45.0
31	104.567	80.942	2.800	0.0	0.0	-45.0
32	107.963	77.533	2.800	0.0	0.0	-45.0
33	111.360	74.124	2.800	0.0	0.0	-45.0
34	102.821	91.397	2.800	0.0	0.0	-45.0
35	105.265	88.498	2.800	0.0	0.0	-45.0
36	108.661	85.089	2.800	0.0	0.0	-45.0
37	112.058	81.681	2.800	0.0	0.0	-45.0
38	115.454	78.272	2.800	0.0	0.0	-45.0
39	126.895	105.045	2.800	0.0	0.0	-45.0
40	130.292	101.636	2.800	0.0	0.0	-45.0
41	133.688	98.227	2.800	0.0	0.0	-45.0
42	137.085	94.818	2.800	0.0	0.0	-45.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG

4704 lm, 36.0 W, 1 x 1 x LED56-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

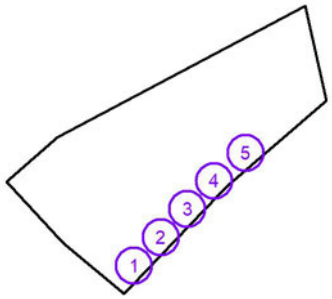


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	31.247	50.664	6.000	0.0	0.0	35.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG

4300 lm, 32.0 W, 1 x 1 x LED50-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

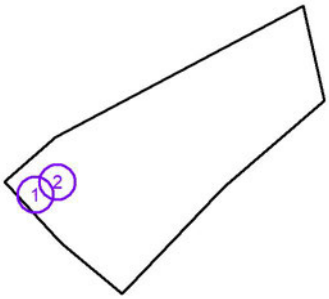


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	72.388	12.986	8.000	0.0	0.0	45.0
2	87.467	28.866	8.000	0.0	0.0	45.0
3	102.547	44.745	8.000	0.0	0.0	45.0
4	117.626	60.625	8.000	0.0	0.0	45.0
5	135.400	76.400	8.000	0.0	0.0	45.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG

3825 lm, 28.5 W, 1 x 1 x LED45-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

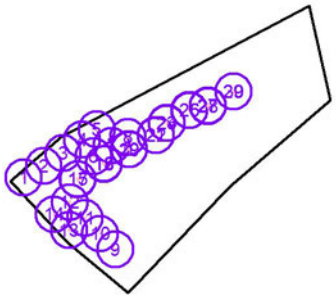


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	17.812	52.898	6.000	0.0	0.0	30.0
2	30.234	59.887	6.000	0.0	0.0	30.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG

1914 lm, 14.6 W, 1 x 1 x LED22-4S/730 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	7.727	62.178	4.000	0.0	0.0	-150.0
2	19.100	68.700	4.000	0.0	0.0	-150.0
3	30.000	76.100	4.000	0.0	0.0	-145.0
4	40.700	83.700	4.000	0.0	0.0	-145.0
5	49.032	89.363	4.000	0.0	0.0	-145.0
6	47.123	74.089	4.000	0.0	0.0	30.0
7	57.514	80.184	4.000	0.0	0.0	30.0
8	66.615	85.149	4.000	0.0	0.0	30.0
9	59.500	21.500	4.000	0.0	0.0	-45.0
10	50.907	30.426	4.000	0.0	0.0	-45.0
11	42.313	39.353	4.000	0.0	0.0	-45.0
12	33.720	48.279	4.000	0.0	0.0	-45.0
13	33.377	32.359	4.000	0.0	0.0	-45.0
14	24.783	41.286	4.000	0.0	0.0	-45.0
15	38.204	61.353	4.000	0.0	0.0	30.0
16	52.921	70.110	4.000	0.0	0.0	30.0
17	38.300	61.200	4.000	0.0	0.0	-150.0
18	53.079	69.890	4.000	0.0	0.0	-150.0
19	67.221	78.210	4.000	0.0	0.0	30.0
20	67.379	77.990	4.000	0.0	0.0	-150.0
21	82.320	86.277	4.000	0.0	0.0	30.0
22	82.479	86.056	4.000	0.0	0.0	-150.0
23	88.521	93.110	4.000	0.0	0.0	30.0
24	88.679	92.890	4.000	0.0	0.0	-150.0
25	101.421	100.410	4.000	0.0	0.0	30.0
26	101.579	100.190	4.000	0.0	0.0	-150.0
27	111.821	102.810	4.000	0.0	0.0	30.0
28	111.979	102.590	4.000	0.0	0.0	-150.0

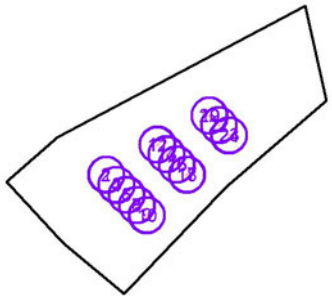
Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	126.320	110.977	4.000	0.0	0.0	30.0
30	126.479	110.756	4.000	0.0	0.0	-150.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG

2975 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED35-4S/730 (Factor de corrección 1.000).

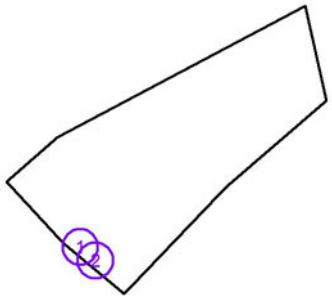


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	56.798	64.198	8.000	0.0	0.0	-45.0
2	56.661	64.061	8.000	0.0	0.0	135.0
3	62.541	58.466	8.000	0.0	0.0	-45.0
4	62.404	58.329	8.000	0.0	0.0	135.0
5	68.283	52.733	8.000	0.0	0.0	-45.0
6	68.146	52.596	8.000	0.0	0.0	135.0
7	74.026	47.001	8.000	0.0	0.0	-45.0
8	73.889	46.864	8.000	0.0	0.0	135.0
9	79.768	41.268	8.000	0.0	0.0	-45.0
10	79.632	41.132	8.000	0.0	0.0	135.0
11	85.754	81.035	8.000	0.0	0.0	-45.0
12	85.617	80.898	8.000	0.0	0.0	135.0
13	90.902	75.680	8.000	0.0	0.0	-45.0
14	90.765	75.543	8.000	0.0	0.0	135.0
15	96.644	69.948	8.000	0.0	0.0	-45.0
16	96.507	69.811	8.000	0.0	0.0	135.0
17	102.387	64.215	8.000	0.0	0.0	-45.0
18	102.250	64.078	8.000	0.0	0.0	135.0
19	115.118	97.560	8.000	0.0	0.0	-45.0
20	114.981	97.423	8.000	0.0	0.0	135.0
21	120.471	92.214	8.000	0.0	0.0	-45.0
22	120.334	92.077	8.000	0.0	0.0	135.0
23	126.237	86.373	8.000	0.0	0.0	-45.0
24	126.100	86.236	8.000	0.0	0.0	135.0

Zona de Cálculo / Luminarias (lista de coordenadas)

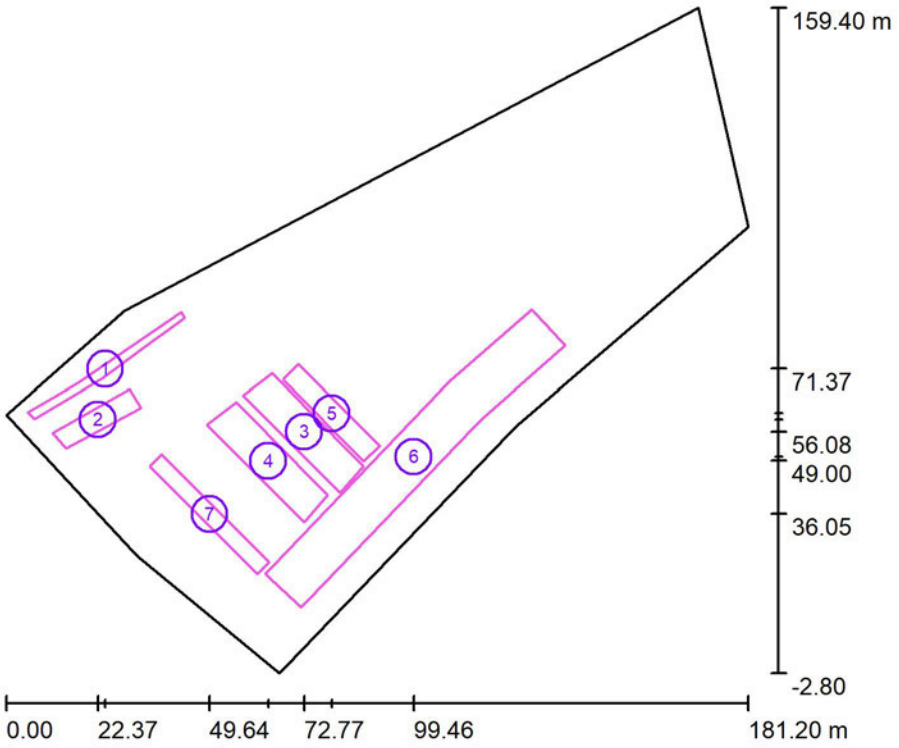
Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG

2550 lm, 20.5 W, 1 x 1 x LED30-4S/730 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	41.970	23.433	4.000	0.0	0.0	-45.0
2	50.522	15.672	4.000	0.0	0.0	-45.0

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1846

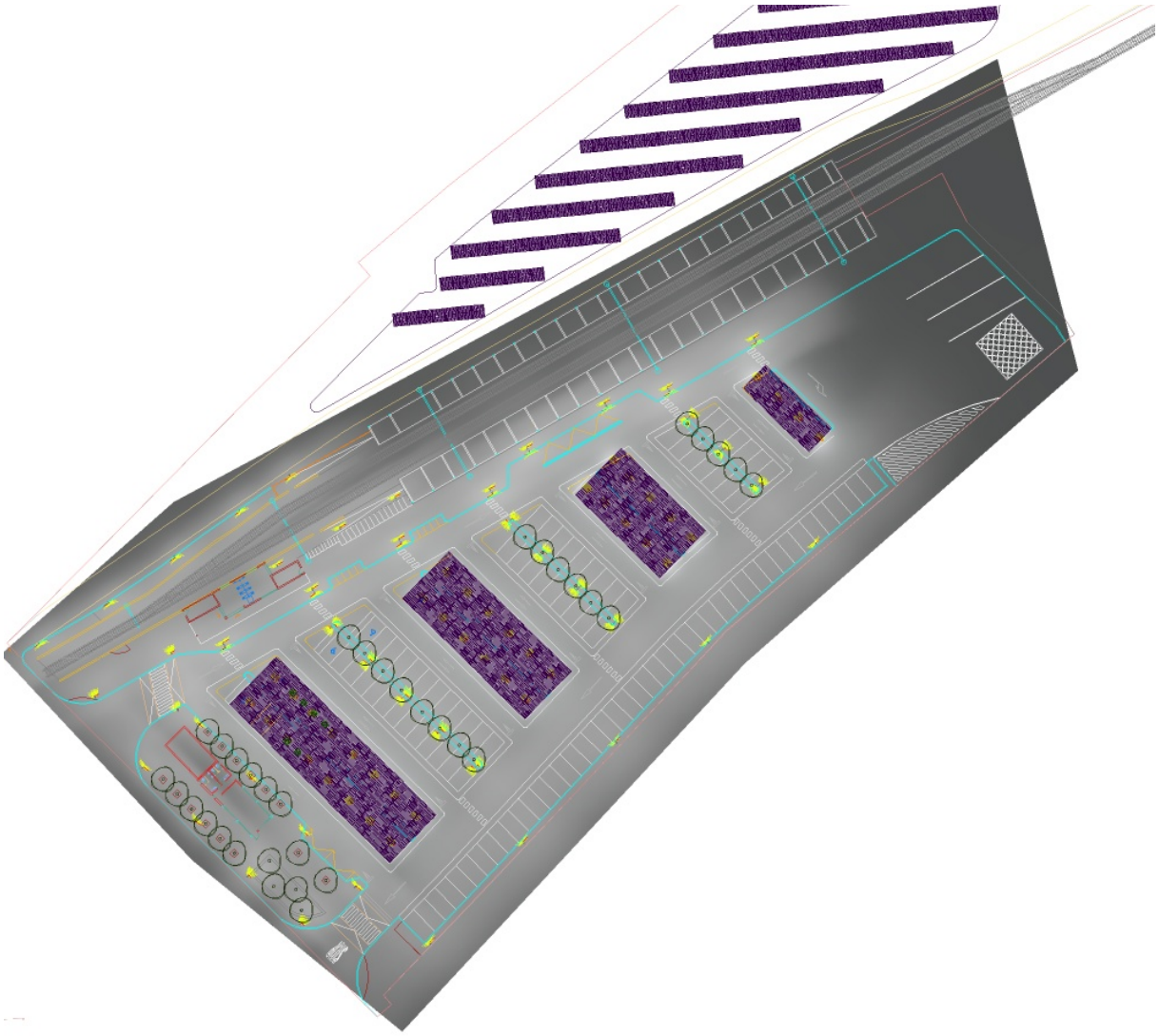
Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Anden	perpendicular	128 x 32	20	13	26	0.657	0.495
2	Superficie de cálculo 2	perpendicular	64 x 16	20	12	31	0.584	0.379
3	Superficie de cálculo 3	perpendicular	128 x 32	21	14	33	0.674	0.433
4	Superficie de cálculo 4	perpendicular	64 x 16	22	15	30	0.711	0.507
5	Parking Marquesinas	perpendicular	16 x 64	66	33	103	0.509	0.326
6	Superficie de cálculo 6	perpendicular	128 x 64	16	8.90	36	0.566	0.248
7	Superficie de cálculo 7	perpendicular	128 x 16	22	16	28	0.712	0.560

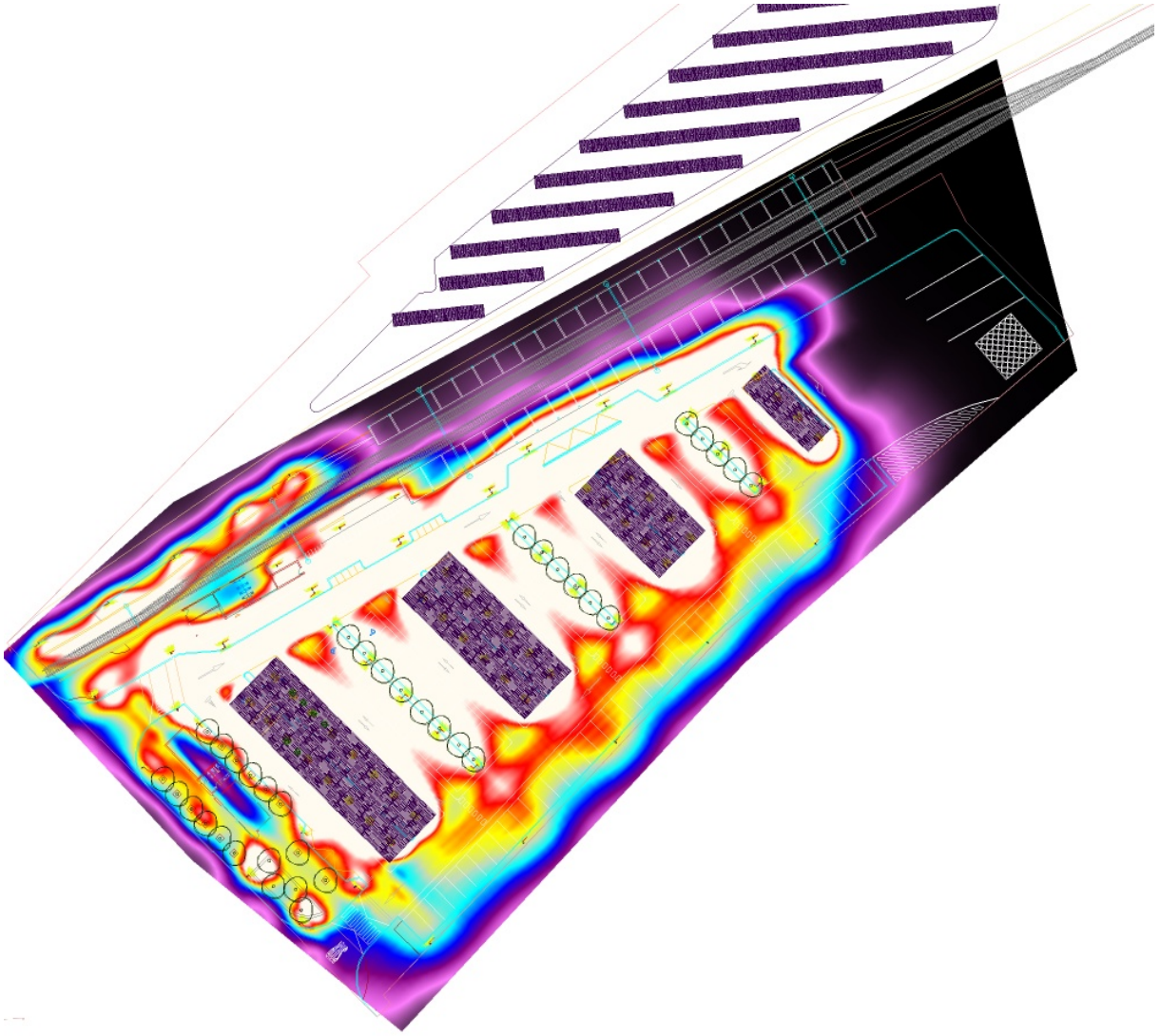
Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	7	22	8.90	103	0.41	0.09

Zona de Cálculo / Rendering (procesado) en 3D

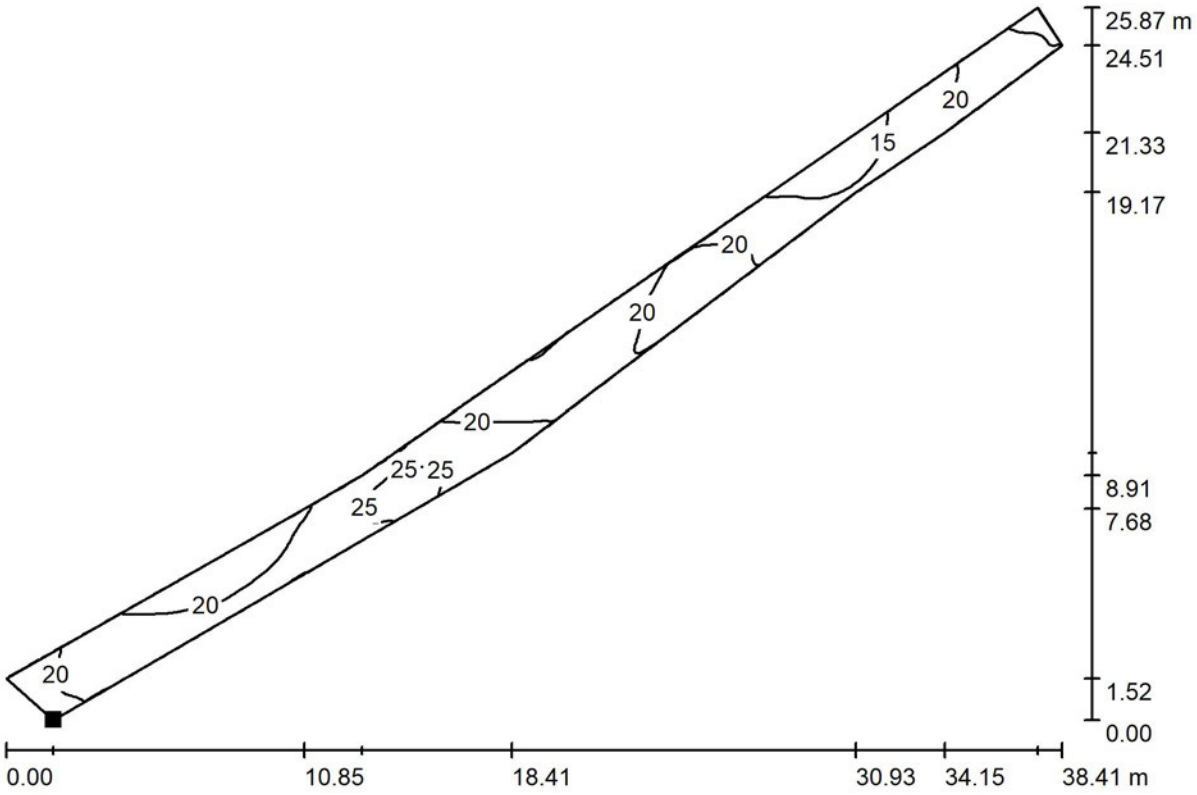


Zona de Cálculo / Rendering (procesado) de colores falsos



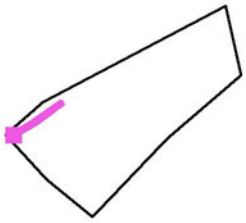


Zona de Cálculo / Anden / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 275

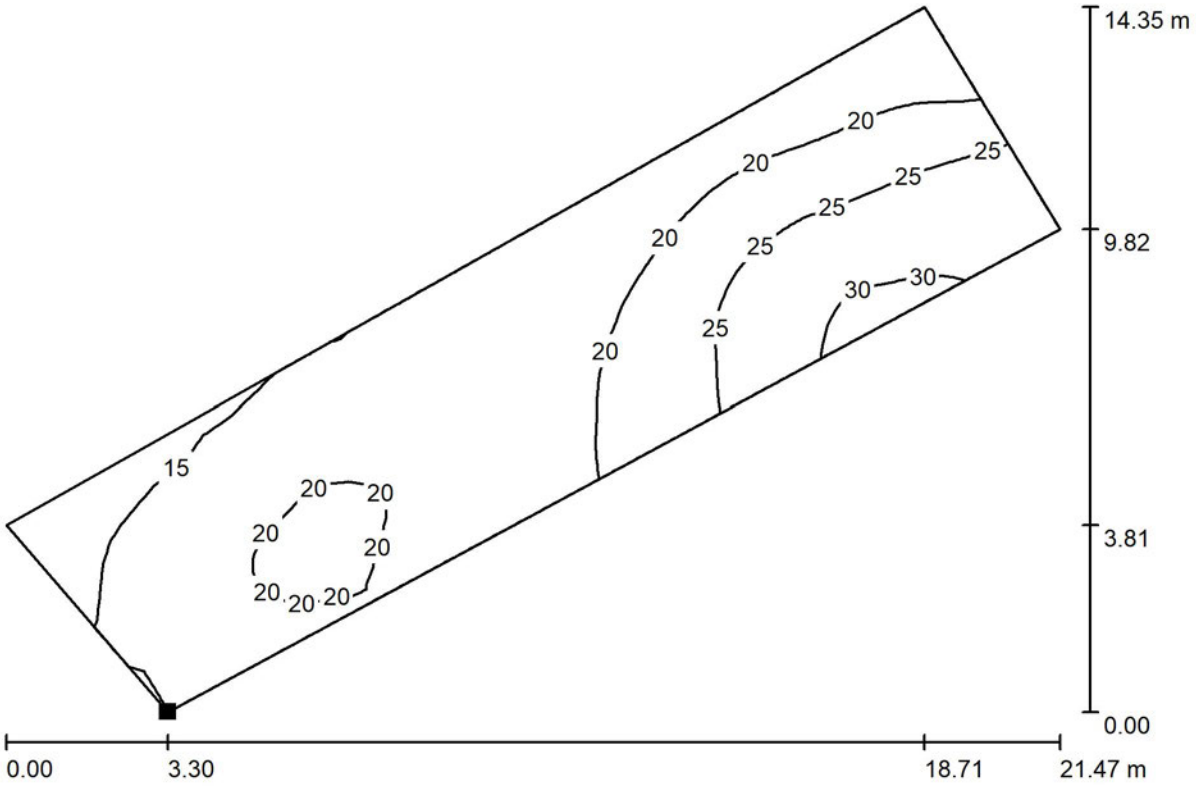
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(6.912 m, 59.289 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

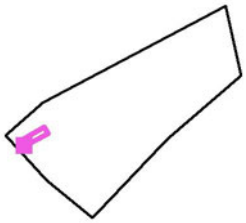
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	13	26	0.657	0.495

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 154

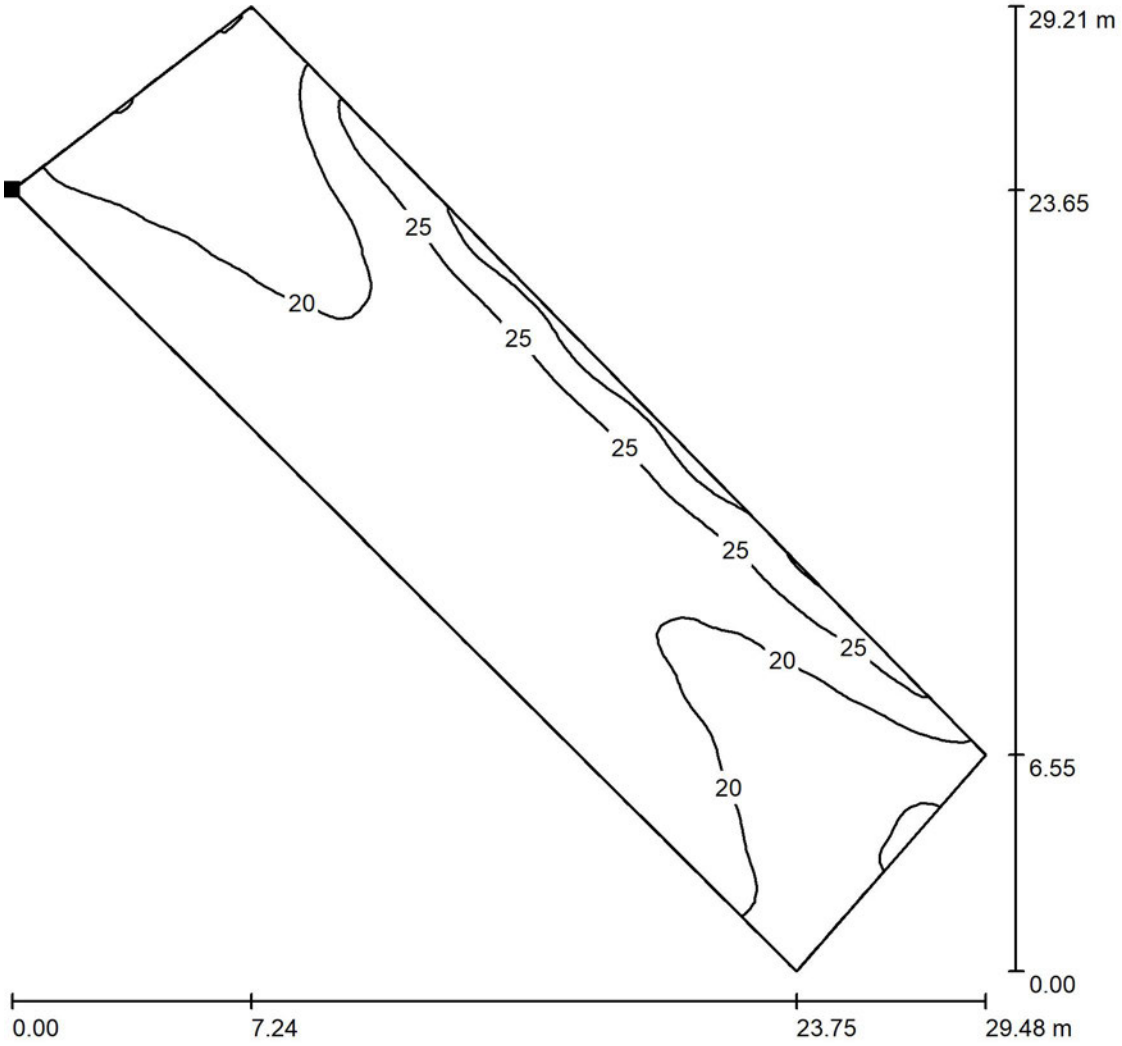
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(14.697 m, 51.993 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 16 Puntos

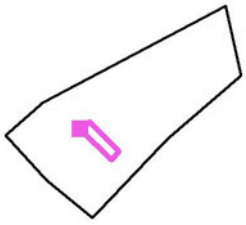
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	12	31	0.584	0.379

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo 3 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 229

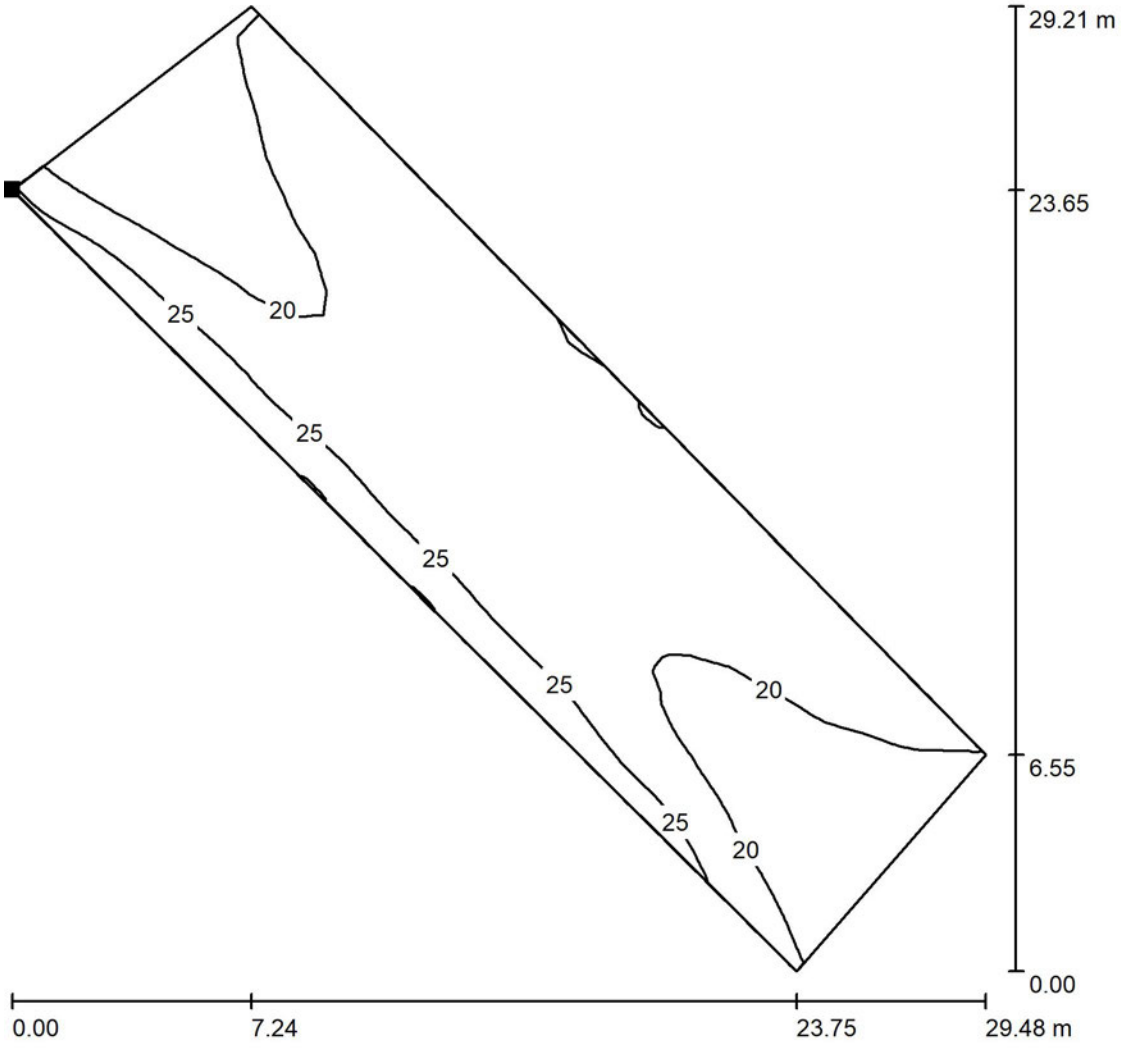
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(57.766 m, 64.821 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

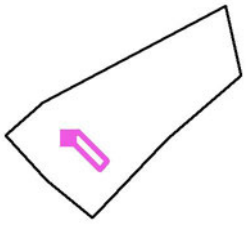
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	14	33	0.674	0.433

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo 4 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 229

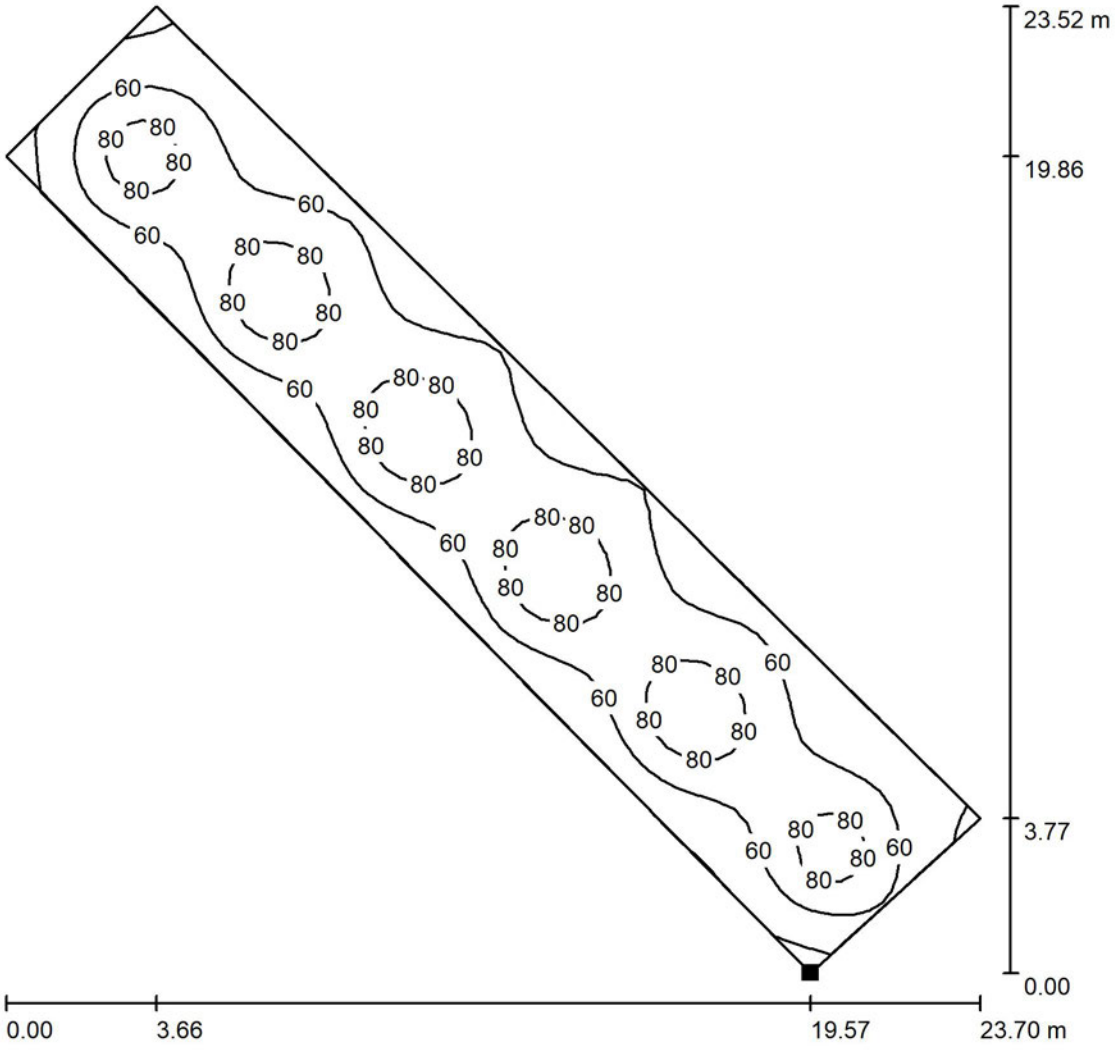
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(48.990 m, 57.738 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 16 Puntos

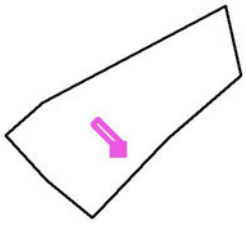
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	15	30	0.711	0.507

Zona de Cálculo / Parking Marquesinas / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 184

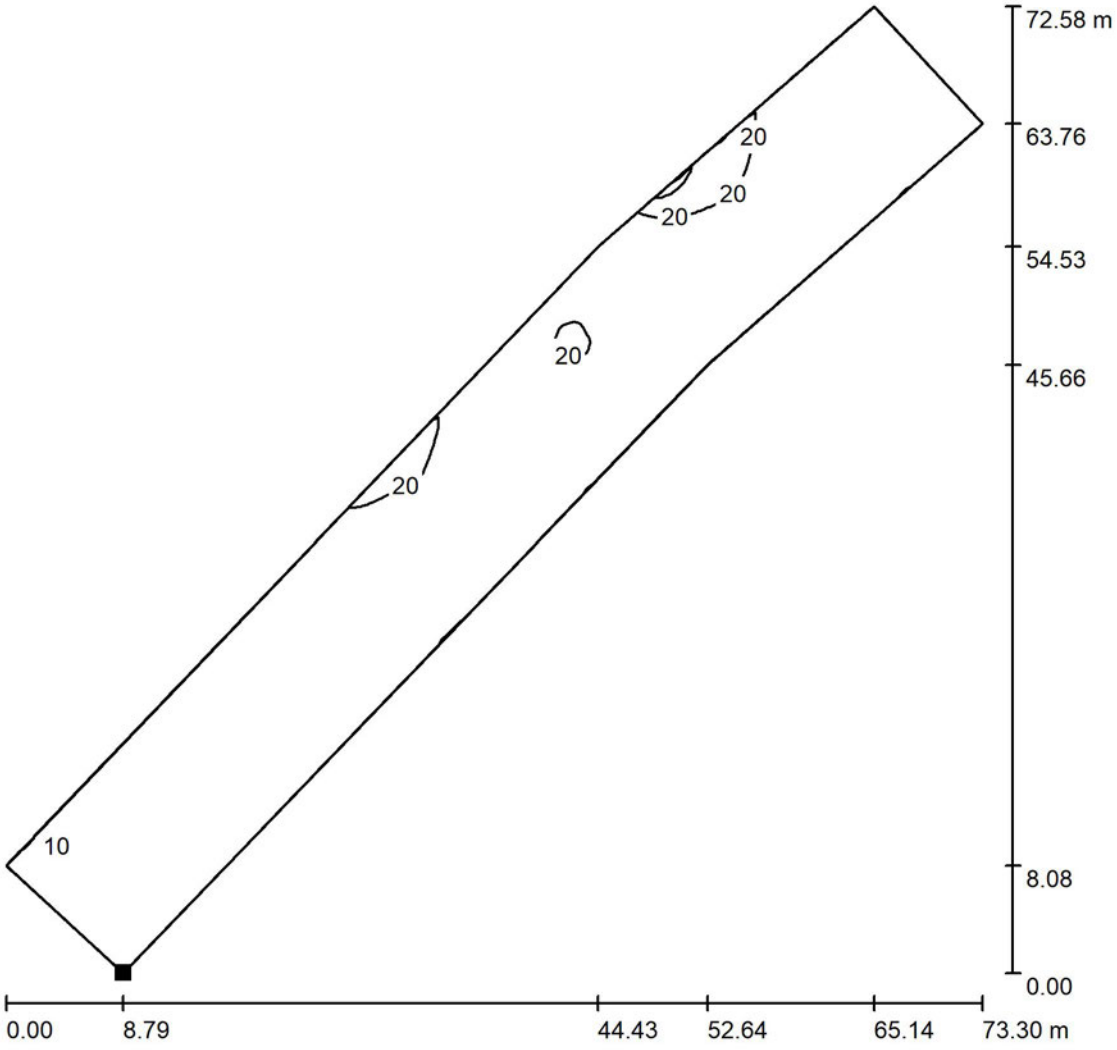
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(87.168 m, 48.929 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 64 Puntos

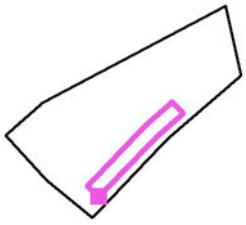
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
66	33	103	0.509	0.326

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo 6 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 568

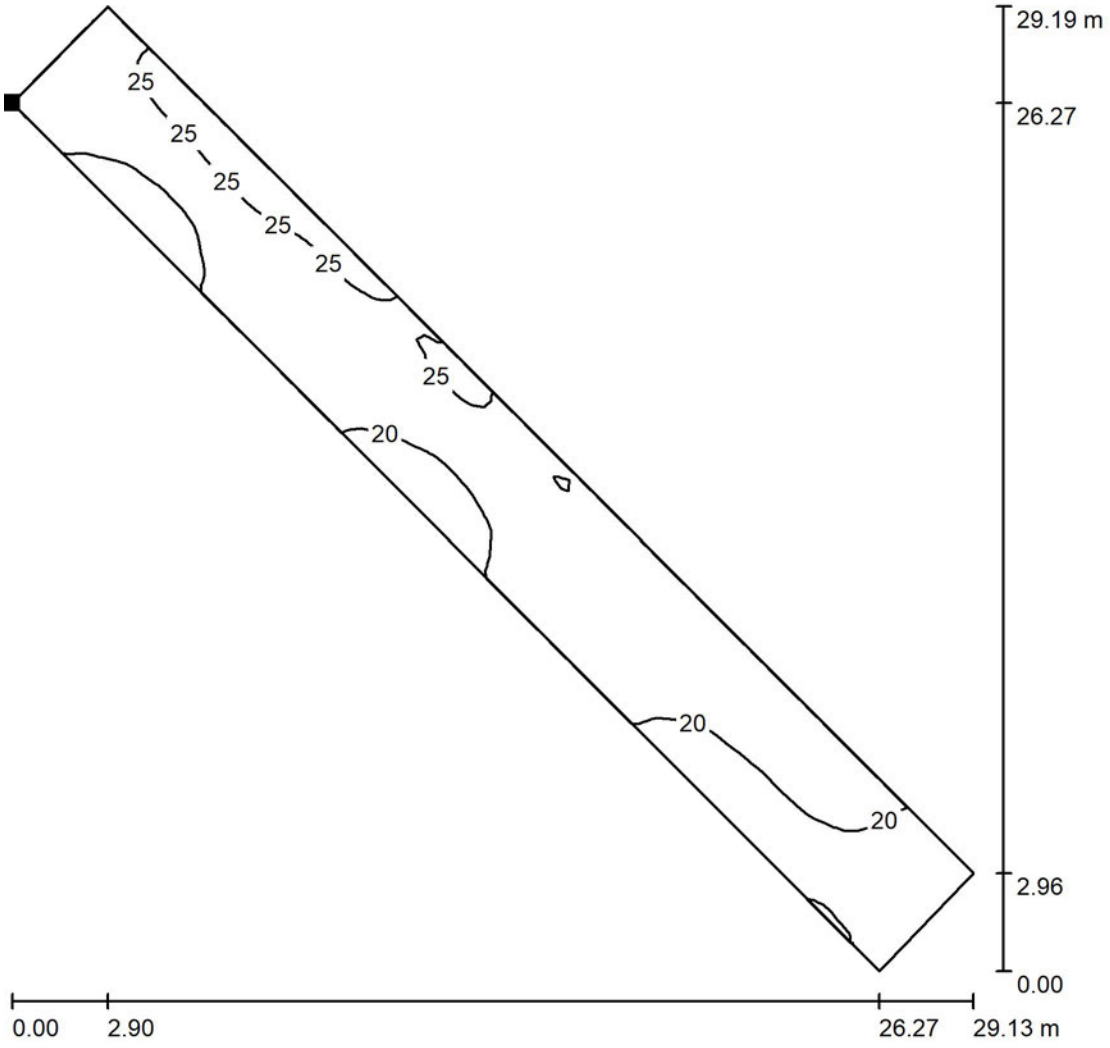
Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(71.995 m, 13.215 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

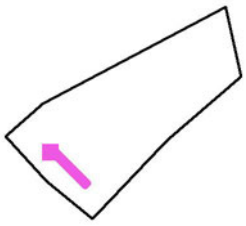
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
16	8.90	36	0.566	0.248

Zona de Cálculo / Superficie de cálculo 7 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 229

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(35.067 m, 47.718 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 16 Puntos

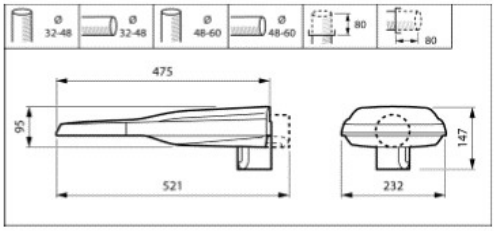
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	16	28	0.712	0.560

11 FICHAS TÉCNICAS



UniStreet Gen2 Micro

UniStreet gen 2 es una luminaria con tecnología LED compacta y con un diseño muy cuidado disponible en cuatro tamaños, adaptándose a alturas de montaje de 6 a 16m. Con un coste inical relativamente bajo ofrece un importante ahorro de costes en comparación con el alumbrado público convencional. Está fabricada con materiales reciclables de alta calidad



Familia	UniStreet Gen2 Micro
Versión	BGP281
Materiales	Carcasa de aluminio inyectado a alta presión Ópticas PMMA (polimetil metacrilato)
Color	Gris estándar RAL 7035. Otros RAL disponibles bajo pedido
Cierre	Vidrio plano
Sistema de montaje	Spigot universal reversible Post-top 32-48, 48-60 y 76mm. Entrada lateral 48-60 y 76mm, para entrada lateral y post top. Ángulo de inclinación: De +10º a -90º
Fuente de luz	Módulo LED integrando PCB y ópticas
Flujo sistema de la familia[1]	Desde 308 hasta 8648 lm
Consumo sistema de la familia[2]	Desde 5,6 hasta 62 W
Eficacia sistema de la familia	Hasta 162 lm/W
Vida útil a Ta 25ºC	mínimo 100000 horas para L93B10
Temperatura de color[3]	Disponible en 2200K, 2700K, 3000 K, 4000 K y 570 0K. Consultar otras opciones bajo pedido
Índice reproducción cromática	Superior a 70 u 80. Consultar tabla de datos técnicos
Ópticas	Distribución estrecha: DN10 Premium DN08 Premium DN09 Premium DN11 Premium DN26 Premium DN50 Distribución media: DM11 DM10 DM12 Premium DM13 Premium DM30 Premium DM31 Premium DM32 Premium DM33 Premium DM70 Distribución ancha: DW10 DW50 Distribución asimétrica: DX10 Distribución simétrica: Premium DS50 Distribución paso de peatones DPL1, DPR1 Paralumen trasero BL1, BL2 Ópticas ClearStar con certificación del IAC para zonas de máxima protección. Consultar otras opciones bajo pedido
Driver	Incluido, Philips Xitanium, consultar versión en tabla adjunta
Tensión de alimentación al driver	220-240V
Frecuencia de alimentación al driver	50/60Hz
Posibilidad de regulación	Si
Configuraciones de control	Posibilidad de seleccionar cualquier de las siguientes opciones de control, para satisfacer las necesidades del ayuntamiento a futuro: protocolo DALI, regulación autónoma al menos 5 pasos, comandable por hilo de mando y/o regulación en cabecera, flujo de luz constante (CLO), o flujo de luz ajustable (ALO), regulación y control desde el cuadro con posibilidad de combinar nuestra tecnología Coded Mains con Dynadimmer, telegestión punto a punto por comunicación GRPS ó RF mediante el software de gestión Interact.
Protección contra sobretensiones	Protección contra sobretensiones 10kV, montado en serie
Clase eléctrica	Clase I y clase II
Temperatura de funcionamiento	-40ºC a +50ºC. Consultar otras opciones bajo pedido
Sistema de control de temperatura	Incorporado al driver
Grado de protección IP	66. Consultar otras opciones bajo pedido
Grado de protección IK	08 y 09.Consultar otras opciones bajo pedido
Peso	4,2 Kg
Superficie de resistencia al viento (Scx)	Scx1 0,053m2 Scx2 0,0235m2
Certificaciones / Marcados	CE, ENEC, ENEC+, ZD4i
Otras especificaciones	Versiones con conectores Zhaga superior (SRT) e inferior (SRB) para futuras actualizaciones con nodos de comunicación y/o sensores. Etiqueta de servicio con código QR único para instalación, mantenimiento, identificación de repuestos y programación del driver. Para más información consultar la web www.philips.com/servicetag.

[1] Tolerancia flujo luminoso sistema 7%

[2] Tolerancia consumo sistema 11%

[3] Tolerancia temperatura de color ±180K para 4000K, ±120K para 3000K, ±100K para 2700K

Signify Classified - Internal

	Datos															Datos del driver					
Driver	Versión	Paquete lumínico	Temperatura de Color (K)	CRI Min	Óptica	Eficacia lámpara (lm/W)	LOR óptico	Flujo sistema (lm)	Consumo Sistema (W)	Consumo nominal (W)	Eficacia Sistema (lm/W)	Intensidad alimentación driver (mA)	Número de LEDs	Vida útil 100.000 h	Tsoldering (ºC)	Tjunction (ºC)	Versión del driver	Tensión y corriente de salida asignadas (V, mA)	Consumo total del driver	Factor de Potencia	Tc máx. (ºC)	Distorsión harmónica (TDH)
FP	BGP281	LED22-4S	3000	70	DM50	179	0,88	1914	14,6	12	131	436	10	L97B10	33	34	Xi FP 22W	28V, 436mA	2,6	0.98	85	7,40
FP	BGP281	LED45-4S	3000	70	DX10	178	0,86	3825	28,5	25	134	447	20	L97B10	44	46	Xi FP 40W	56V, 447mA	3,5	0.97	85	8,10
FP	BGP281	LED50-4S	3000	70	DM50	175	0,88	4300	32	29	134	503	20	L96B10	48	50	Xi FP 40W	57V, 503mA	3,0	0.98	85	7,67
FP	BGP281	LED56-4S	3000	70	DX10	172	0,86	4704	36	33	131	572	20	L96B10	53	56	Xi FP 40W	57V, 572mA	3,0	0.98	85	7,26



CoreLine Estanca G2

WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200

CoreLine Estanca G2, 20.5 W, L1200 mm, 2500 lm, 4000 K, Haz muy ancho, Ópalo, IP65, IK08, TW1-ready

Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La nueva gama de productos LED CoreLine Estanca se puede usar para sustituir las luminarias estancas tradicionales con lámparas fluorescentes de 18 a 58W, con fácil instalación y mínimo mantenimiento.

Advertencias y seguridad

- La radiación UV dañará el material con el paso del tiempo, lo que provocará la pérdida de la estanqueidad y del índice IP65.
- No instale la luminaria en lugares donde esté expuesta a la luz solar directa.
- Esta luminaria no es apta para ser instalada en industrias o talleres con ambientes grasientos

Datos del producto

Información general	
Fuente de luz sustituible	No
Número de unidades de equipo	1 unidad
Driver incluido	Sí
Comentarios	*-Según el informe guía de Lighting Europe "Evaluating performance of LED based luminaires" de enero de 2018, estadísticamente no existe una diferencia relevante en el mantenimiento lumínico entre B50 y, por ejemplo, B10. Por lo tanto, el valor de vida útil medio (B50) también es representativo para el valor B10.
Lighting Technology	LED
Escalera de valor	Óptima

Marca CE	Marca CE
Período de garantía	5 años
Marca de inflamabilidad	Para su montaje en superficies fácilmente inflamables
Certificado ENEC	Certificado ENEC
Test del hilo incandescente	Temperatura 850 °C, duración 30 s
Conforme con EU RoHS	Sí

Datos técnicos de la luz	
Flujo luminoso	2.500 lm
Temperatura de color correlacionada (Nom)	4000 K
Eficacia lumínica (nominal) (nom.)	122 lm/W
Índice de reproducción cromática (IRC)	>80

CoreLine Estanca G2

Valor de parpadeo (PstLM)	1
Valor de efecto estroboscópico (SVM)	1,6
Color de la fuente de luz	840 blanco neutro
Tipo de óptica	Haz muy ancho
Apertura del haz de luz de la luminaria	135°
Índice de deslumbramiento unificado CEN	26

Operativos y eléctricos

Tensión de entrada	220 a 240 V
Line Frequency	50 or 60 Hz
Corriente de arranque	3,58 A
Tiempo de irrupción	0,04 ms
Consumo de energía	20,5 W
Factor de potencia (fracción)	0.9
Conexión	Conector push-in de 3 polos
Cable	-
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	80

Temperatura

Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +40 °C

Controles y regulación

Regulable	No
Driver/unidad de alimentación/ transformador	Unidad de la fuente de alimentación (encendido/apagado)
Flujo luminoso constante	No

Mecánicos y de carcasa

Material de la carcasa	Policarbonato
Material del reflector	Acero
Material óptico	Policarbonato
Material del cierre óptico/lente	Policarbonato
Fixation material	Acero inoxidable
Color de la carcasa	Gris
Acabado de cierre óptico/lente	Ópalo
Longitud global	1.215 mm
Anchura global	80 mm
Altura global	76 mm
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	76 x 80 x 1215 mm

Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP65 [Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK08 [5 J resistente al vandalismo]
Sustainability rating	-
Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Riesgo fotobiológico	Photobiological risk group 0 @200mm to EN62778

Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Cromaticidad inicial	(0.38,0.38)SDCM<=3
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%

Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 50.000 h	85
Mantenimiento lumínico con una vida útil media* 100.000 h	70

Condiciones de aplicación

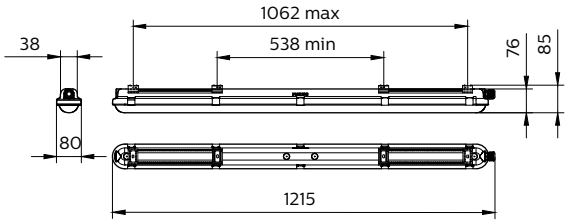
Temperatura ambiente de rendimiento Tq	25 °C
Nivel máximo de atenuación	No aplicable
Adecuado para conmutación aleatoria	No aplicable

Datos de producto

Nombre de producto del pedido	WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200
Nombre completo del producto	WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200
Full EOC	871016334977099
Código de pedido	34977099
Código 12NC	911401837080
Cantidad por paquete	1
EAN/UPC - Producto/Caja	8710163349770
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	9
Embalaje con código EAN/UPC	8710163349831

CoreLine Estanca G2

Plano de dimensiones



© 2023 Signify Holding Todos los derechos reservados. Signify no otorga representación o garantía con respecto a la exactitud o integridad de la información incluida aquí y no será responsable de ninguna acción que dependa de la misma. La información presentada en este documento no está destinada a su uso con fines comerciales ni forma parte de ningún presupuesto ni contrato, a menos que Signify acuerde otros términos. Philips y el emblema de escudo de Philips son marcas comerciales registradas de Koninklijke Philips N.V.

COL.TC.ACP + ACO

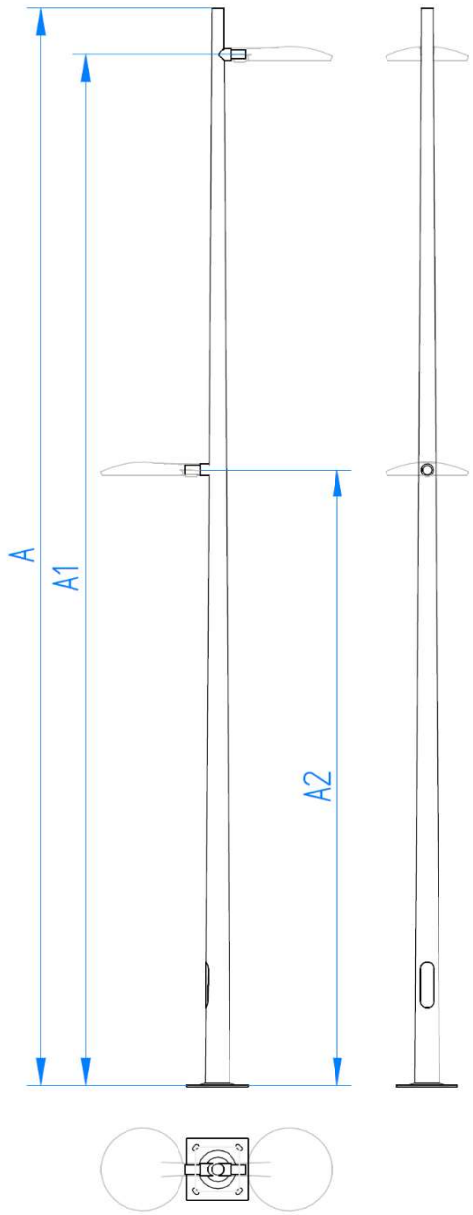
Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.

COLUMNA

Descripción	Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra.
Material	Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025.
Acabado	Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente.
Homologaciones	UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE.

BRAZO

Descripción	Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria.
Material y acabado	Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna.
Instalación	Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.



Producto	A (m)	A1 (m)	P (mm)	Espesor (mm)	A2(m)	Placa base	Distancia entre pernos	Pernos
COL.TC.ACP.P60.A40.E3-1ACO	4	Máx. 3,9	60	3	Máx. 3,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P60.A40.E3-2ACO	4	Máx. 3,9	60	3	Máx. 3,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A40.E3-1ACO	4	Máx. 3,9	76	3	Máx. 3,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A40.E3-2ACO	4	Máx. 3,9	76	3	Máx. 3,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P60.A45.E3-1ACO	4,5	Máx. 4,4	60	3	Máx. 4,4	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P60.A45.E3-2ACO	4,5	Máx. 4,4	60	3	Máx. 4,4	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A45.E3-1ACO	4,5	Máx. 4,4	76	3	Máx. 4,4	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A45.E3-2ACO	4,5	Máx. 4,4	76	3	Máx. 4,4	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P60.A50.E3-1ACO	5	Máx. 4,9	60	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P60.A50.E3-2ACO	5	Máx. 4,9	60	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A50.E3-1ACO	5	Máx. 4,9	76	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A50.E3-2ACO	5	Máx. 4,9	76	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A55.E3-1ACO	5	Máx. 4,9	76	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A55.E3-2ACO	5	Máx. 4,9	76	3	Máx. 4,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A60.E3-1ACO	6	Máx. 5,9	76	3	Máx. 5,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A60.E3-2ACO	6	Máx. 5,9	76	3	Máx. 5,9	300x300	215x215	M16x500
COL.TC.ACP.P76.A70.E3-1ACO	7	Máx. 6,9	76	3	Máx. 6,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A70.E3-2ACO	7	Máx. 6,9	76	3	Máx. 6,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A80.E4-1ACO	8	Máx. 7,9	76	4	Máx. 7,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A80.E4-2ACO	8	Máx. 7,9	76	4	Máx. 7,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A90.E4-1ACO	9	Máx. 8,9	76	4	Máx. 8,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A90.E4-2ACO	9	Máx. 8,9	76	4	Máx. 8,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A100.E4-1ACO	10	Máx. 9,9	76	4	Máx. 9,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A100.E4-2ACO	10	Máx. 9,9	76	4	Máx. 9,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A110.E4-1ACO	11	Máx. 10,9	76	4	Máx. 10,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A110.E4-2ACO	11	Máx. 10,9	76	4	Máx. 10,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A120.E4-1ACO	12	Máx. 11,9	76	4	Máx. 11,9	400x400	285x285	M22x700
COL.TC.ACP.P76.A120.E4-2ACO	12	Máx. 11,9	76	4	Máx. 11,9	400x400	285x285	M22x700

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 3

2 OBJETO DEL PROYECTO 4

3 EMPLAZAMIENTO DEL PARQUE SOLAR 4

4 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN 6

5 REGLAMENTACIÓN 6

5.1 Normativa de aplicación 6

6 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA ESPECÍFICA 8

6.1 Decreto legislativo 1/2020, de 28 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears 8

6.2 Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética 8

7 Clasificación de la planta 8

8 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA. 10

8.1 Parámetros característicos de la disposición de la planta fotovoltaica 10

8.2 Planta fotovoltaica. energía generada[1] 10

9 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 12

9.1 Descripción de la solución adoptada 12

9.2 Datos de la instalación fotovoltaica 13

9.3 Paneles fotovoltaicos 15

9.4 Cableado 16

9.5 Conexión de paneles fotovoltaicos 16

9.6 Soporte de los paneles fotovoltaicos en la estructura 17

9.7 Inversores 18

9.8 Instalación eléctrica. 18

9.9 Instalación de conexión a red 20

10 CÁLCULOS 23

10.1 Instalación planta 23

10.2 Planta aparcamiento.....29

10.3 Cálculos de caídas de tensión.....43

1 ANTECEDENTES

Este anexo forma parte de la remodelación por parte de SFM Serveis Ferroviaris de Mallorca, de la estación de ferrocarril del Término Municipal de Petra, en Mallorca.

Con la intención de adoptar medidas que favorezcan la descontaminación y reducción de la producción de CO, se plantea la ejecución de una planta fotovoltaica, divida en dos zonas:

Una zona que se ubicará al norte de las vías junto a la subestación eléctrica y otra zona que aprovechará la cubrición de las plazas de aparcamiento de vehículos de la estación.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos en su nueva redacción dada por el Real Decreto 1183/2020 de acceso y conexión, el parque tendrá la siguiente potencia:

Planta FV	**Pot. unitaria**	**Pot por módulos**	**Pot. inversor**
Módulos (414 Uds)	635 Wp	262’89 kWp	
Inversores(2uds)	100kW		177’80 kWp
Inversores (1ud)	110 kW		85’09 kWp
Aparcamiento			
Módulos (505 Uds)	460 Wp	232’30 kWp	
Inversores(6 uds)	Varias potencias		232’30 kWp
Pot. total inst.		**495’19 kWp**	**495’19 kWp**

Potencia de paneles (Wp):

Es la suma de la potencia máxima de cada panel según ficha técnica.

Representa la capacidad teórica de generación bajo condiciones estándar (irradiancia de 1000 W/m², temperatura de célula de 25 °C).

Potencia pico (kWp):

Es la potencia máxima que el conjunto de paneles puede entregar en condiciones ideales.

Se expresa en kilovatios pico (kWp).

Es el valor que se usa para dimensionar la instalación y comparar proyectos.

En la práctica, rara vez se alcanza porque depende de la radiación solar, temperatura y orientación.

Potencia nominal del inversor (kWn):

Es la potencia continua que el inversor puede entregar a la red o al consumo.

Normalmente es menor que la potencia pico de los paneles, porque se suele sobredimensionar el campo fotovoltaico respecto al inversor

El inversor convierte la corriente continua (DC) de los paneles en corriente alterna (AC) utilizable, y limita la salida a su potencia nominal

Atendiendo a la definición del Real Decreto, la potencia instalada del parque será de 496 kWn, que será la potencia a considerar a efectos de tramitación en la Direcció General d´Economia Circular, Transició energética y canvi climàtic.

2 OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto definir de manera detallada el diseño de la instalación de una planta fotovoltaica sobre marquesinas en el aparcamiento de la estación de ferrocarril de Petra acompañada de una planta fotovoltaica en los exteriores de la Estación.

La energía generada será destinada al autoconsumo en su totalidad.

Una parte se destinará a la alimentación de cargadores de vehículos eléctricos y los servicios de la estación y el resto será enviada a transformador (que también instalaremos) que transformará el suministro a de Media Tensión para su distribución sobre las redes que dispone SFM para el funcionamiento del servicio de ferrocarril.

También es objeto de este proyecto, aprovechar las nuevas instalaciones proyectadas para instalar en el ámbito del plan *Impulso de la Movilidad Eléctrica*, promovido por el Govern Balear, la instalación de 3 puntos recarga semirrápida de vehículo eléctrico tipo SAVE (Sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico) con 2 salidas cada uno de ellos.

Y por último, el objeto del documento es ser el documento técnico de referencia para solicitar a los Organismos Oficiales competentes, las autorizaciones administrativas correspondientes y legalización de las instalaciones que permitan su ejecución.

3 EMPLAZAMIENTO DEL PARQUE SOLAR

El emplazamiento de la instalación es:

Estación de Ferrocarril de Petra, Mallorca. 07520.



Ilustración 1. Estado actual

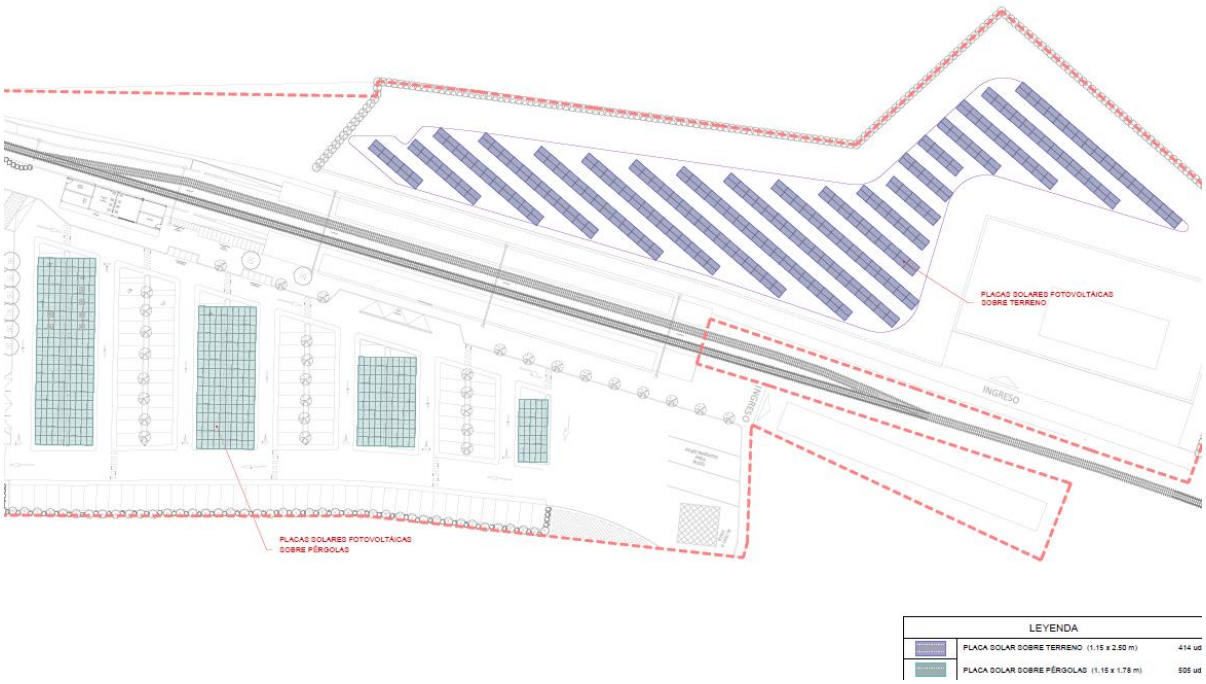


Ilustración 2. Planta fotovoltaica proyectada

4 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN

Promotor	SFM Serveis Ferroviaris de Mallorca
CIF	Q5750006H
Domicilio Fiscal	C/ Passatge Cala Figuera, 6 07009. Palma. I. Balears

5 REGLAMENTACIÓN

5.1 Normativa de aplicación

5.1.1 Energía y electricidad

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.
- RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

5.1.2 Medio ambiental

- Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de Evaluación Ambiental de las Islas Baleares.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.
- Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares (Norma derogada, salvo las disposiciones adicionales tercera, cuarta y quinta, por la disposición derogatoria única.2.a) de la Ley 12/2016, de 17 de agosto).

6 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA ESPECÍFICA

6.1 Decreto legislativo 1/2020, de 28 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears

La instalación está ubicada en suelo rústico con una extensión inferior a 4Ha, por lo tanto, no está sujeto a aprobación de evaluación de impacto ambiental simplificada.

6.2 Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética

Se diseña la panta en cumplimiento de dicha Ley.

7 CLASIFICACIÓN DE LA PLANTA

Conforme a lo establecido en el artículo 34-Definiciones y clasificación de las instalaciones fotovoltaicas del *Decreto 33/2015,* las instalaciones fotovoltaicas se clasifican en:

1. *instalaciones fotovoltaicas sobre cubierta o integradas en la edificación, e instalaciones sobre el terreno*

Art. 35 Instalaciones fotovoltaicas sobre cubierta o integradas en la edificación

Se permitirá la implantación de instalaciones fotovoltaicas sobre cubierta o de forma integrada en cualquier edificación tanto en suelos urbanos y urbanizables como rústicos y rústico protegido, en este último solo para autoconsumo. También se permitirán en las construcciones dedicadas a dotaciones, sistemas generales y equipamiento y las vinculadas a actividades turísticas, industriales, comerciales y a la actividad agraria o complementaria en suelo rústico.

Se trata de una instalación fotovoltaica sobre cubierta en suelo rústico y sobre el terreno en suelo rústico.



Ilustración 3. Plano de clasificación del suelo

8 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.

8.1 Parámetros característicos de la disposición de la planta fotovoltaica

Toda vez que en este proyecto se desarrolla dos fases, una planta fotovoltaica sobre marquesinas de aparcamiento, e instalada coplanarmente, la disposición de la marquesina condiciona los parámetros básicos de la planta:

Inclinación del módulo (Tilt) 5°

Orientación del módulo (Azimut) Variable entre -5º y +5º sur

Y otra fase es la planta fotovoltaica colocada sobre el terreno con una inclinación de 35º.

8.2 Planta fotovoltaica. energía generada[1]

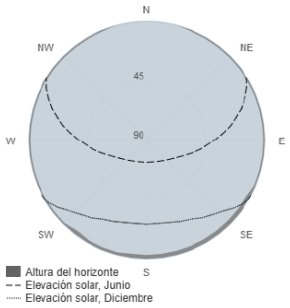
En función de la radiación incidente útil y los cálculos realizados según el PVGIS-5 para el aparcamiento obtenemos:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

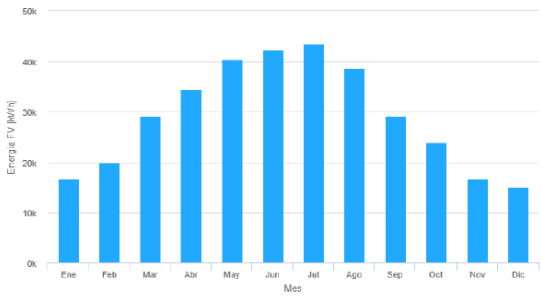
Datos proporcionados:	
Latitud/Longitud:	39.618,3.111
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH3
Tecnología FV:	Cryst Sil Original
FV instalado:	262.96 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

Resultados de la simulación	
Ángulo de inclinación:	5 °
Ángulo de azimut:	0 °
Producción anual FV:	350578.22 kWh
Irradiación anual:	1778.84 kWh/m²
Variación interanual:	7423.81 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-3.46 %
Efectos espectrales:	0.83 %
Temperatura y baja irradiancia:	-10.47 %
Pérdidas totales:	-25.05 %

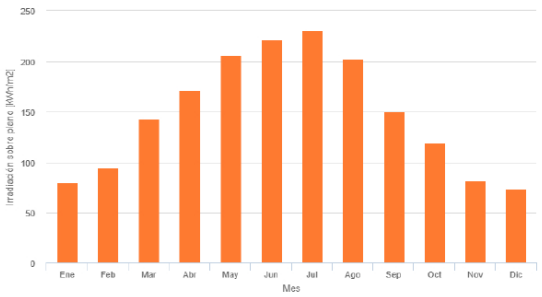
Perfil del horizonte en la localización seleccionad



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Se aportan datos mensuales de irradiancia

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	16658.380.3		1264.0
Febrero	19865.695.4		2169.3
Marzo	29339.0143.0		2585.6
Abril	34569.0171.9		2662.1
Mayo	40484.0206.5		2945.1
Junio	42315.5221.9		1854.8
Julio	43579.7231.5		1619.8
Agosto	38714.4203.6		1766.1
Septiembre	29282.8150.1		961.5
Octubre	23922.9119.3		1906.4
Noviembre	16675.281.6		1746.1
Diciembre	15171.673.7		1051.2

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

Dando como resultado una producción anual estimada del aparcamiento: **350’57 MWh**

En la planta se obtienen los siguientes resultados:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

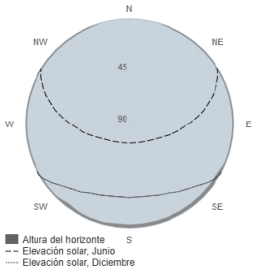
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud:	39.618,3.111
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH3
Tecnología FV:	Cryst Sil Original
FV instalado:	262.89 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

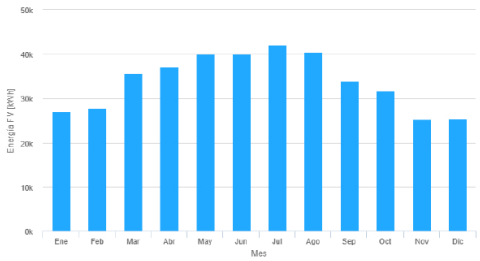
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación:	35 (opt) °
Ángulo de azimut:	-1 (opt) °
Producción anual FV:	407230.77 kWh
Irradiación anual:	1977.58 kWh/m²
Variación interanual:	10831.73 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-2.75 %
Efectos espectrales:	0.97 %
Temperatura y baja irradiancia:	-7.24 %
Pérdidas totales:	-21.67 %

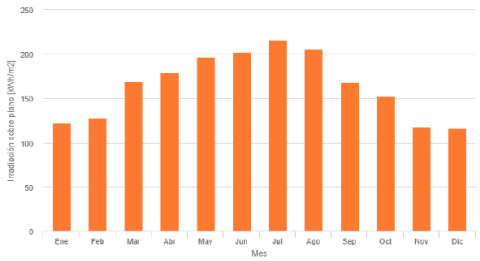
Perfil del horizonte en la localización seleccionad



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	27042.6123.2		2474.1
Febrero	27837.0128.4		3532.7
Marzo	35746.9168.8		3693.9
Abril	37253.5179.5		3149.0
Mayo	40016.8197.3		2990.6
Junio	40073.1202.7		1844.0
Julio	42116.4215.8		1620.8
Agosto	40431.6205.5		1989.0
Septiembre	33913.9168.3		1331.3
Octubre	31803.7152.9		3044.8
Noviembre	25394.0118.3		3286.2
Diciembre	25601.3116.9		2125.7

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

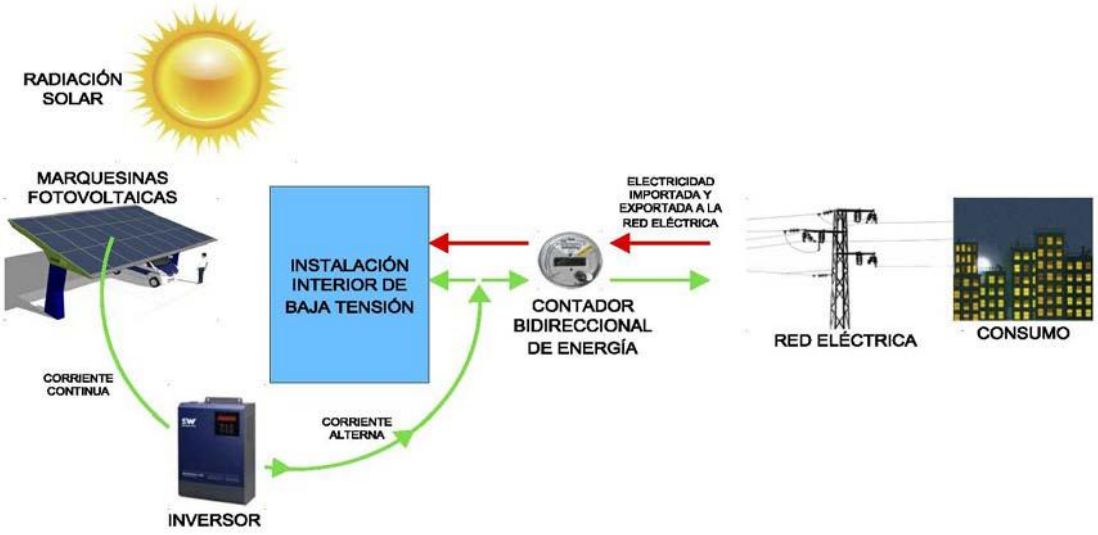
Dando como resultado una producción anual estimada de la planta de :**407’22 MWh**

Por tanto, **la instalación producirá: 757’80 MWh**

9 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

9.1 Descripción de la solución adoptada

La siguiente imagen muestra los principios de funcionamiento de la instalación de autoconsumo proyectada.



La marquesina formará un sistema de producción y la planta sobre el terreno otro sistema de producción que inyectarán la energía a la red de SFM.

9.2 Datos de la instalación fotovoltaica

Planta sobre el terreno

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP110-60 (CORE2) 2 x SMA SHP 100-20 400V	**Generadores FV** 414 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SMA Data Manager M (EDMM-20)	1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS
Tamaño del sistema	**Planta FV** 262,89 kWp	

Planta sobre cubierta de aparcamiento.

Se ha realizado el estudio sobre cuatro cubiertas.

Cubierta 1

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA SHP 100-20 400V	**Generadores FV** 210 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 96,60 kWp	

Cubierta 2

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 2 x SMA STP 25-50 1 x SMA STP 15-50	**Generadores FV** 160 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x Sunny Home Manager	1 x Sunny Portal
Tamaño del sistema	**Planta FV** 73,60 kWp	

Cubierta 3

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1)	**Generadores FV** 100 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 46,00 kWp	

Cubierta 4

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP 15-50	**Generadores FV** 35 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 16,10 kWp	

Planta FV	**Pot. unitaria**	**Pot por módulos**	**Pot. inversor**
Módulos (414 Uds)	635 Wp	262’89 kWp	
Inversores(2uds)	100kW		177’80 kWp
Inversores (1ud)	110 kW		85’09 kWp
Aparcamiento			
Módulos (505 Uds)	460 Wp	232’30 kWp	
Inversores(6 uds)	Varias potencias		232’30 kWp
Pot. total inst.		**495’19 kWp**	**495’19 kWp**

9.3 Paneles fotovoltaicos

Sobre **cubierta de aparcamiento** se colocarán paneles fotovoltaicos de las siguientes características:

Tipo de celda	N-Type mono-crisitalino
Nº de celdas	108 (54x2)
Dimensiones	1762x1134x30mm
Marco	Anonizado de aluminio
Potencia máxima (Pmax)	435W
Vmp (V)	32.59
Imp (A)	13.35
Voc (V)	39.16
Isc (A)	13.80
Voltaje máximo del sistema	1000/1500VDC
Fusible máximo de la serie	25A

Paneles fotovoltaicos de la planta

Tipo de celda	N-Type mono-crsitalino
Nº de celdas	156 (2x78)
Dimensiones	2465x1134x35mm
Marco	Anonizado de aluminio
Potencia máxima (Pmax)	635W
Vmp (V)	46.12
Imp (A)	13.75
Voc (V)	56.00
Isc (A)	14.46
Voltaje máximo del sistema	1000/1500VDC
Fusible máximo de la serie	30A

9.4 Cableado

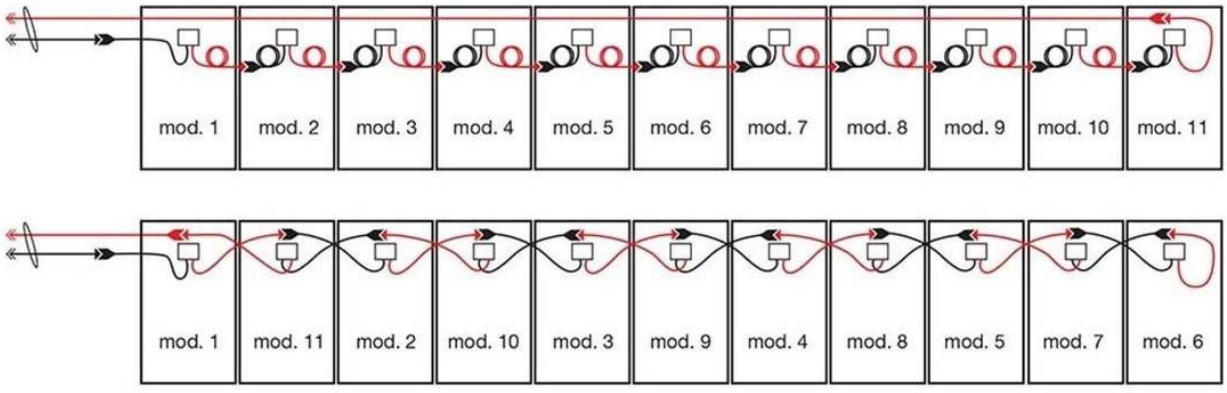
El cableado se dimensionará tratando de minimizar las caídas de tensión, de este modo su sección será tal que garantice una caída de tensión máxima de 1,3% en el tramo de CC y de 1,5% en el tramo de CA, valores que cumplen los límites establecidos por el IDAE. A su vez la longitud del cable será la mínima que permita la correcta disposición de los paneles sobre la estructura.

Para el cable de string se utilizará cable tipo FOTOVOLTAICO ZZ-F, según EA 0038, desarrollado expresamente para el uso en Instalaciones Fotovoltaicas

Cable de string 6 mm²	
Designación normalizada	FV ZZ-F
Tensión nominal (kV_{CC})	1,8
Material del conductor	Cobre estañado, flexible Clase 5
Aislamiento	Elastómero reticulado libre de halógenos
Cubierta	Elastómero reticulado libre de halógenos
Rango de temp. de operación (ºC)	-40 a +90
Resistencia a la intemperie	
No propagador de la llama	

9.5 Conexión de paneles fotovoltaicos

Los módulos se conectarán mediante la conexión entre paneles conocida como “leapfrog”. Esta conexión se denomina así porque el módulo no se conecta con el siguiente módulo en la cadena, sino con el que va después del siguiente. De esta manera, los terminales positivo y negativo no quedan en puntos opuestos de la cadena.



Arriba, conexión habitual de las cadenas. Abajo, conexión “leapfrog”

Como se puede observar en la imagen, con la conexión habitual, es necesario un conductor que vaya hasta el último panel, mientras que en la conexión “leapfrog” el conductor sólo llega hasta el segundo conductor.Los pilares de la marquesina serán huecos y dispondrán de una acceso a su interior para la conducción de los cables eléctricos

9.6 Soporte de los paneles fotovoltaicos en la estructura

Los resultados del estudio de cargas realizado a la estructura de la marquesina nos exigen colocar los módulos de forma coplanar a la cubierta, dado que las cargas de viento sobre una estructura fotovoltaica sobreelevada impedirían el cumplimiento del CTE.

La estructura coplanar cumplirá con el CTE y permitirá garantizar la integridad estructural de la cubierta.

Se utilizará un sistema de montaje mediante railes de aluminio para montaje de los módulos fotovoltaicos coplanar a la estructura de la marquesina.

Los raíles fijan el canto del módulo mediante grapas de fijación, y apoyaran sobre el ala de perfil recubierta de EDPM impermeabilizante .

El rail efectuará la función de canal de desagüe haciendo innecesaria la disposición de una cubierta. Los propios módulos fotovoltaicos realizan la función de cubierta de la marquesina

9.7 Inversores

La instalación fotovoltaica constará de varios inversores definidos ya en apartado de datos de la instalación fotovoltaica.

Serán diferentes modelos según necesidades.

9.8 Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica se divide en dos secciones:

Sección Corriente Continua: compuesta por la instalación eléctrica desde los paneles fotovoltaicos hasta los inversores

Sección Corriente Alterna: compuesta por la instalación eléctrica desde la salida de inversores hasta el punto de conexión a red

9.8.1 Sección corriente continua

a. Ubicación de los equipos

Los inversores, aptos para funcionamiento en el exterior, se situarán en armarios o sala técnica destinados a albergar aparamenta eléctrica.

b. Dispositivos de mando y protección de la sección de corriente continua.

Los inversores vienen equipados con las protecciones adecuadas, tanto para protección de corrientes de entrada como contra sobretensiones permanentes y transitorias

c. Canalizaciones y cableados de cc

El cableado desde los strings hasta el inversor discurrirá por entubado con tubo PVC El cableado entre strings y hasta el cuadro de mando y mando y protección será libre de halógenos y no propagador de llama del tipo FOTOVOLTAICO ZZ-F, según EA 0038, de 4 mm² de sección

9.8.2 Cuadro fotovoltaico (cuadro fv)

Este cuadro FV, se instalará junto al cuadro general de la instalación, albergará el interruptor general de protección de la instalación y la protección contra sobretensiones y contactos indirectos de las líneas desde inversor.

Se compondrá de los siguientes elementos:

- Armario de distribución

Será metálico, de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP 40, aislamiento clase II, de 1350x650x250 mm, apilable con otros armarios, con techo, suelo y laterales desmontables por deslizamiento (sin tornillos), cierre de seguridad, escamoteable, con llave, acabado con pintura epoxi,

microtexturizado; carril DIN para 216 módulos, bornas de conexión y placa frontal con soporte interior para montaje de interruptores de caja moldeada.

9.8.3 Canalizaciones y cableados de CA.

Las canalizaciones desde los Inversores hasta el cuadro FV discurrirán enterrada en zanjas multitubo de 90 mm de diámetros. Se ha previsto que en cada tubo puedan instalarse hasta un máximo de 2 ternas de cables.

Se han previsto canalizaciones en zanjas con 2, 4 y 8 tubos soterrados de 90 mm de diámetros y 2 tubos de 40 mm dedicados a comunicaciones RS485 y debidamente protegidos a la circulación de vehículos mediante hormigón.

El cableado desde cada salida de inversor hasta el cuadro FV será de cobre electrolítico rígido (Clase I-II) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228, aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) especial para soportar las inclemencias de la intemperie según UNE 21030-2 y tensión nominal 0,6/1KV, multiconductor 5x6 mm² en los inversores de 5KW y de 5x10 mm² en los inversores de 10 KW.

9.8.4 Módulo de salida y equipo de medida

Próxima a la ubicación de la CGP se situará un nicho de obra o prefabricado que contendrá

Un Interruptor General Manual.

Los elementos de medida.

El Interruptor General Manual podrá ser bloqueado por la empresa distribuidora en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

El esquema de la instalación se corresponderá al B5) que se recoge en el Documento del director general de Energía y Cambio Climático de 7 de junio de 2019, por el que se aclaran las particularidades para la conexión a la red interior de las instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica de pequeña potencia (P≤100 kW) situadas en las Islas Baleares en suministros eléctricos

Los elementos de medida y su clase de precisión cumplirán con el R.D. 1110/2007, sobre Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

El contador de energía fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir la energía circulante en ambos sentidos.

Estará compuesto por los siguientes elementos:

1 Contador estático trifásico multifunción.

1 Regleta de verificación.

Espacio de reserva para la posible telemedida.

La instalación incorporará un Interruptor Automático Diferencial. Este diferencial podrá colocarse opcionalmente en el cuadro de salida de la planta.

De acuerdo con los requerimientos de la D.G. Energía se instalará modem para acceso y telemedida de la energía a facturar (instalación a coordinar con la empresa distribuidora).

9.9 Instalación de conexión a red

9.9.1 General

Dado que la instalación que se proyecta es de Producción y de Consumo, pero es de producción para consumo propio y el vertido de la energía se realiza sobre la red de SFM, no es necesario solicitar punto de acceso a a la compañía suministradora:

El vertido de la instalación se realizará sobre un transformador a instalar, que será propiedad de SFM y transformará la energía para ser consumida por los servicios ferroviarios de SFM.

La conexión, desde el cuadro fotovoltaico, se realizará mediante canalización soterrada y cable tipo RZ1-K de 4x240 mm².

9.9.2 Tensión de servicio

La red se explota en baja tensión con corriente alterna trifásica 230/400V de 50 Hz. y neutro, hasta la llegada del transformador.

9.9.3 Monitorización

Para la monitorización de la planta, se instalará un equipo del tipo Data Logger, que recogerá los datos proporcionados por los inversores mediante conexión RS-485 y permitirá su monitorización vía portal web

9.9.4 Canalizaciones y cableados de monitorización

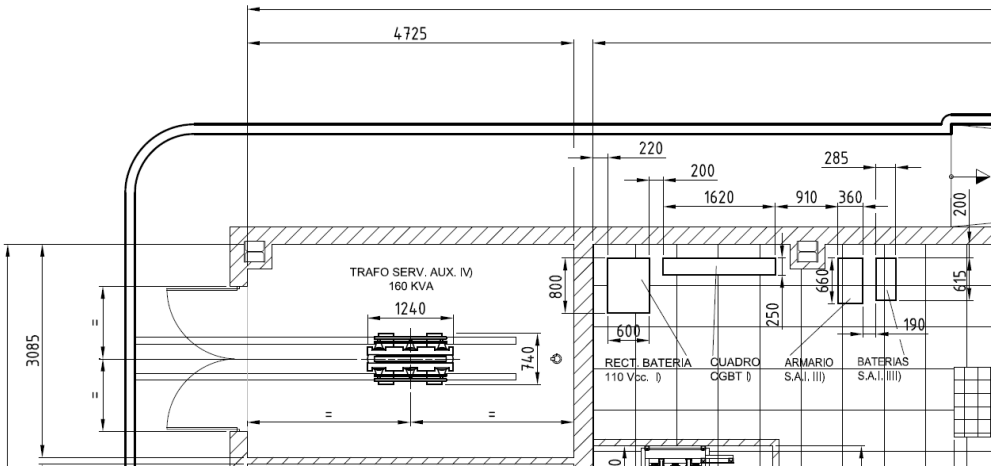
La conexión de inversores al sistema de monitorización se realizará con cable apantallado para exteriores en aplicaciones RS485 Li2YCYv (2x2x0,51 mm)

Este cable está diseñado para su uso en interiores y exteriores. No propagador de la llama, según IEC 60332- 1-2. Impedancia 120 ohmios. Rango de temperatura en instalación fija de -40 °C a +80 °C.

9.9.5 Transformador a instalar.

La instalación de SFM cuenta con un transfomador de servicio de 160kVA, que deberá recibir el suministro proporcionado por la planta fotovoltaica.

Dicho transformador está ubicado junto a la sala de protección y control de la estación.



Al ser de 160kVA y con las obras a ejecutar la planta fotovoltaica suministrará en la red 495kWp (450kVA), llevaremos a cabo la sustitución de dicho transformado por un trasformador de 630kVA.

El transformador será de distribución seco, estará diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Comisión Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier 2) válidos para los mercados del Espacio Económico Europeo, con las siguientes características

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

ELECTRICAL DATA		
Rating power:	630	kVA
Service:	Distribution	
Cooling:	AN	
Fn:	50	Hz
Standards:	IEC60076-11	
No load primary voltage:	15,4	kV
Primary Voltage Regulation:	± 2 x 2,5 %	
No-load secondary voltage:	420	V
Vector group:	Dyn11	
Insulating level at I°:	17,5 / 38 / 95	kV
Insulating level at II°:	1,1 / 3 / --	kV
Winding I/II° type:	Encapsulated / Impregnated	
Insulating class I°/II°:	F / F	
Primary/Secondary winding conductors:	Al / Al	
Classes (ambient,climate,fire):	E2-C2-F1	
Designed max ambiente temperature:	40	°C
Overtemp. prim./sec. windings:	100 / 100	°C
Altitude of installation:	<1000	mt
Installation:	Indoor	
Transformer protection degree:	IP00	
Po at 1 Vn:	990	W
Pcc at 75°C and Sn:	6350	W
Pcc at 120°C and Sn:	7000	W
Vcc at 75°C and Sn:	6	%
Io at 1 Vn:	0,9	%
Lp(A) at 1mt (AN):	51	dB(A)
Lw(A):	62	dB(A)
Partial discarges:	<10	pC
Transformer overall dimensions (LxWxH):	1725 x 820 x 1630	mm
Wheelbase:	670	mm
Transformer weight:	1970	kg

INCLUDED STANDARD ACCESSORIES
Tappings on MV side with links displaceable by hand off circuit
No. 2 grounding provisions
Lifting lugs
Haulage hooks
No. 1 rating plate
No. 4 bi-directional wheels

INCLUDED ACCESSORIES
Set No. 3 PT 100 (LV windings) wired in IP54 marshalling box
Digital thermometer SEA CCT-440 for sensors PT100 (loose supplied)

SPECIAL EXECUTION INCLUDED
Losses with +0% tolerances (as page 14 UE N.548/2014 Annex III)

10 CÁLCULOS

En los cálculos presentado es incluyen los rendimientos energéticos de cada una de las plantas. Se entiende que no es necesario entrar a valorar el rendimiento de los inversores, temperaturas de cables etc. El programa de cálculo ya tiene estos factores en cuenta facilitando los rendimientos del total de cada planta.

10.1 Instalación planta

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP110-60 (CORE2) 2 x SMA SHP 100-20 400V	**Generadores FV** 414 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SMA Data Manager M (EDMM-20)	1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS
Tamaño del sistema	**Planta FV** 262,89 kWp	

Diseños de los inversores

Proyecto: SFM PETRA PLANTA sept 25
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Petra

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

2 x SMA SHP 100-20 400V (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	177,80 kWp
Cantidad total de módulos:	280
Número de inversores fotovoltaicos:	2
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	102,00 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	100,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	115 %
Factor de dimensionamiento:	88,9 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1893,4 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: Generador FV 1
140 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

	Entrada A:
Número de strings:	10
Módulos fotovoltaicos:	14
Potencia pico (de entrada):	88,90 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	590 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 629 V
Tensión mín.:	✓ 597 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 844 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	180 A
Corriente máx. del generador:	✓ 133,8 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	325 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 140,4 A

Compatible con FV/inversor

Diseños de los inversores

Proyecto: SFM PETRA PLANTA sept 25
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Petra

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

1 x SMA STP110-60 (CORE2) (Parte de la planta 2)

Potencia pico:	85,09 kWp
Cantidad total de módulos:	134
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	111,80 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	110,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	131 %
Factor de dimensionamiento:	77,4 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1643,6 h



ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada 1: Generador FV 1
12 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 2: Generador FV 1
12 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 3: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 4: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 5: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 6: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 7: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 8: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 9: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 10: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 11: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada 12: Generador FV 1
11 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-635N-78HL4-V Tiger Neo N-Type (03/2024), Acimut: Orientación automática, Inclinación: Orientación automática, Tipo de montaje: Montaje libre

	Entrada 1:	Entrada 2:	Entrada 3:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	12	12	11
Potencia pico (de entrada):	7,62 kWp	7,62 kWp	6,99 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 539 V	✓ 539 V	✓ 494 V
Tensión mín.:	✓ 512 V	✓ 512 V	ⓘ 469 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 724 V	✓ 724 V	✓ 663 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A

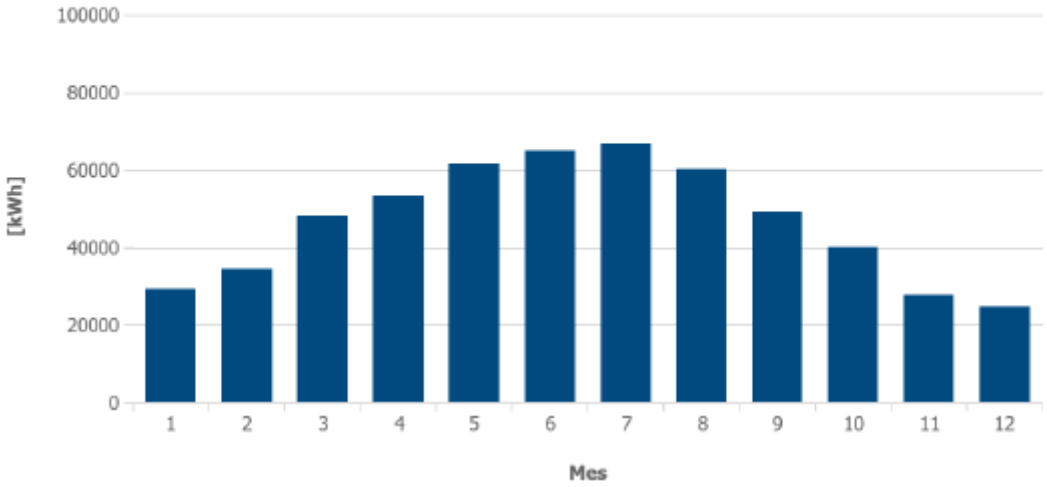
ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

	Entrada 4:	Entrada 5:	Entrada 6:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	11	11	11
Potencia pico (de entrada):	6,99 kWp	6,99 kWp	6,99 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 494 V	✓ 494 V	✓ 494 V
Tensión mín.:	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 663 V	✓ 663 V	✓ 663 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A

	Entrada 7:	Entrada 8:	Entrada 9:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	11	11	11
Potencia pico (de entrada):	6,99 kWp	6,99 kWp	6,99 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 494 V	✓ 494 V	✓ 494 V
Tensión mín.:	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 663 V	✓ 663 V	✓ 663 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A

	Entrada 10:	Entrada 11:	Entrada 12:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	11	11	11
Potencia pico (de entrada):	6,99 kWp	6,99 kWp	6,99 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 494 V	✓ 494 V	✓ 494 V
Tensión mín.:	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V	ⓘ 469 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 663 V	✓ 663 V	✓ 663 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A	✓ 13,4 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A	✓ 14,0 A

Rendimiento energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Coeficiente de rendimiento
1	29130 (5,2 %)	91 %
2	34350 (6,1 %)	92 %
3	48016 (8,6 %)	92 %
4	53342 (9,5 %)	91 %
5	61507 (11,0 %)	90 %
6	64910 (11,6 %)	90 %
7	66498 (11,9 %)	89 %
8	60188 (10,8 %)	89 %
9	49099 (8,8 %)	90 %
10	39953 (7,1 %)	90 %
11	27712 (5,0 %)	90 %
12	24762 (4,4 %)	91 %

10.2 Planta aparcamiento

10.2.1 Cubierta 1

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA SHP 100-20 400V	**Generadores FV** 210 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 96,60 kWp	

Diseños de los inversores

Proyecto: COBERTA 1 DE SFM PETRA
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

1 x SMA SHP 100-20 400V (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	96,60 kWp
Cantidad total de módulos:	210
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	102,00 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	100,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	106 %
Factor de dimensionamiento:	96,6 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1475,4 h



ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: CUBIERTA 1 (210 Uds)
210 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

	Entrada A:
Número de strings:	10
Módulos fotovoltaicos:	21
Potencia pico (de entrada):	96,60 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	590 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 625 V
Tensión mín.:	✓ 581 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 895 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	180 A
Corriente máx. del generador:	✓ 136,9 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	325 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 141,4 A

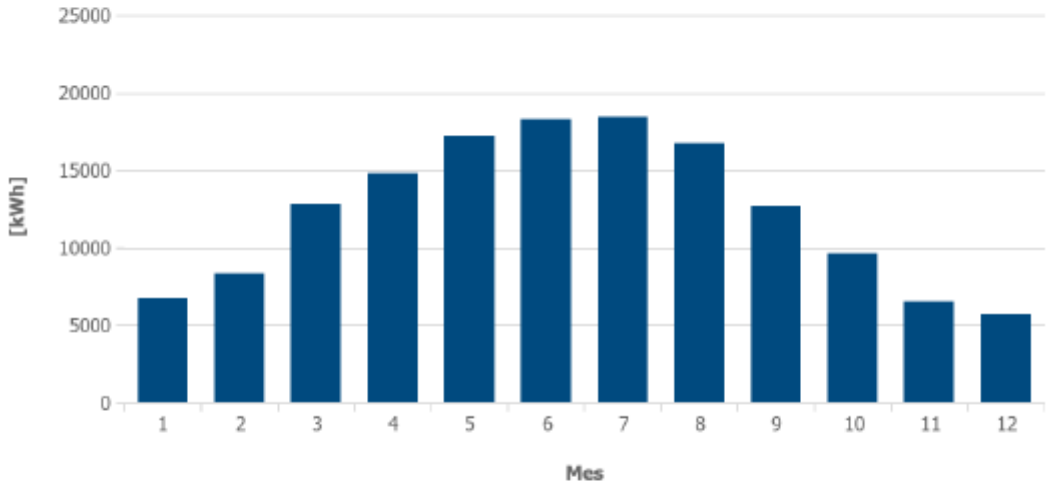
Compatible con FV/inversor

Valores mensuales

Proyecto: COBERTA 1 DE SFM PETRA
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Rendimiento energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Coeficiente de rendimiento
1	6704 (4,5 %)	89 %
2	8328 (5,6 %)	89 %
3	12775 (8,7 %)	88 %
4	14761 (10,0 %)	88 %
5	17164 (11,6 %)	87 %
6	18272 (12,4 %)	86 %
7	18423 (12,5 %)	85 %
8	16685 (11,3 %)	85 %
9	12659 (8,6 %)	86 %
10	9616 (6,5 %)	87 %
11	6469 (4,4 %)	88 %
12	5683 (3,9 %)	89 %

10.2.2 Cubierta 2

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 2 x SMA STP 25-50 1 x SMA STP 15-50	**Generadores FV** 160 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x Sunny Home Manager	1 x Sunny Portal
Tamaño del sistema	**Planta FV** 73,60 kWp	

Diseños de los inversores

Proyecto: COBERTA 2 SFM PETRA (160Uds)
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

2 x SMA STP 25-50 (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	56,12 kWp
Cantidad total de módulos:	122
Número de inversores fotovoltaicos:	2
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	25,51 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	25,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	91 %
Factor de dimensionamiento:	112,2 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1705,9 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: CUBIERTA 1 (160 Uds)
21 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada B: CUBIERTA 1 (160 Uds)
20 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada C: CUBIERTA 1 (160 Uds)
20 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

	Entrada A:	Entrada B:	Entrada C:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	21	20	20
Potencia pico (de entrada):	9,66 kWp	9,20 kWp	9,20 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 625 V	✓ 596 V	✓ 596 V
Tensión mín.:	✓ 581 V	✓ 553 V	✓ 553 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 895 V	✓ 852 V	✓ 852 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	24 A	24 A	24 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	37,5 A	37,5 A	37,5 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A

Compatible con FV/inversor
Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

Diseños de los inversores

Proyecto: COBERTA 2 SFM PETRA (160Uds)
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

1 x SMA STP 15-50 (Parte de la planta 2)

Potencia pico:	17,48 kWp
Cantidad total de módulos:	38
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	15,31 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	15,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	88 %
Factor de dimensionamiento:	116,5 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1775,3 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: CUBIERTA 1 (160 Uds)
19 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada B: CUBIERTA 1 (160 Uds)
19 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

	Entrada A:	Entrada B:	Entrada C:
Número de strings:	1	1	
Módulos fotovoltaicos:	19	19	
Potencia pico (de entrada):	8,74 kWp	8,74 kWp	---
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 566 V	✓ 566 V	---
Tensión mín.:	✓ 526 V	✓ 526 V	---
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 810 V	✓ 810 V	---
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	24 A	24 A	24 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A	---
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	37,5 A	37,5 A	37,5 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A	---

COBERTA 2 SFM PETRA (160Uds)

Subproyecto 1

2 x SMA STP 25-50 (Parte de la planta 1)

Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

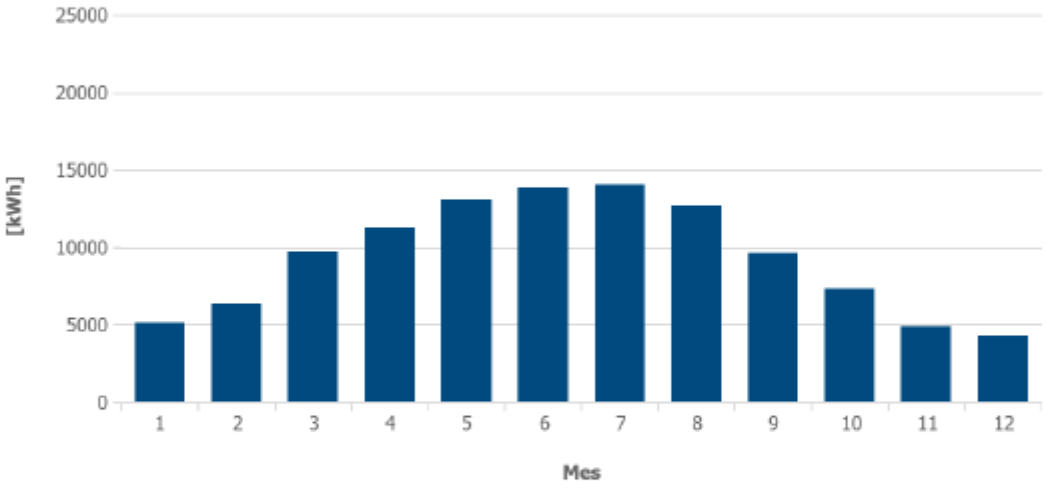
1 x SMA STP 15-50 (Parte de la planta 2)

Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

Valores mensuales

Proyecto: COBERTA 2 SFM PETRA (160Uds) **Emplazamiento:** España / Palma de Mallorca
Número del proyecto: ---

Rendimiento energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Coeficiente de rendimiento
1	5077 (4,5 %)	88 %
2	6315 (5,6 %)	89 %
3	9694 (8,7 %)	88 %
4	11204 (10,0 %)	88 %
5	13024 (11,6 %)	86 %
6	13872 (12,4 %)	86 %
7	13984 (12,5 %)	85 %
8	12665 (11,3 %)	85 %
9	9604 (8,6 %)	86 %
10	7290 (6,5 %)	87 %
11	4897 (4,4 %)	87 %
12	4300 (3,8 %)	88 %

10.2.3 Cubierta 3

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1)	**Generadores FV** 100 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 46,00 kWp	

Diseños de los inversores

Proyecto: COBERTA 3 SFM PETRA (100 UdS)
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	46,00 kWp
Cantidad total de módulos:	100
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	51,00 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	50,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	111 %
Factor de dimensionamiento:	92 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1389,1 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: CUBIERTA 3 (100 Uds)
17 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada B: CUBIERTA 3 (100 Uds)
17 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada C: CUBIERTA 3 (100 Uds)
17 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada D: CUBIERTA 3 (100 Uds)
17 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada E: CUBIERTA 3 (100 Uds)
16 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada F: CUBIERTA 3 (100 Uds)
16 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

	Entrada A:	Entrada B:	Entrada C:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	17	17	17
Potencia pico (de entrada):	7,82 kWp	7,82 kWp	7,82 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 506 V	✓ 506 V	✓ 506 V
Tensión mín.:	✓ 470 V	✓ 470 V	✓ 470 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 724 V	✓ 724 V	✓ 724 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	20 A	20 A	20 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	30 A	30 A	30 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A

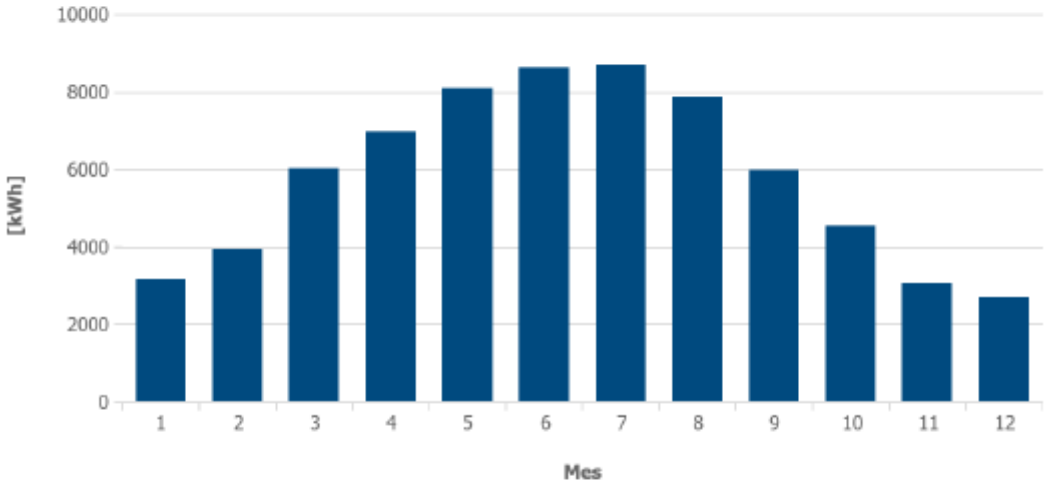
	Entrada D:	Entrada E:	Entrada F:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	17	16	16
Potencia pico (de entrada):	7,82 kWp	7,36 kWp	7,36 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 506 V	✓ 477 V	✓ 477 V
Tensión mín.:	✓ 470 V	✓ 443 V	✓ 443 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 724 V	✓ 682 V	✓ 682 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	20 A	20 A	20 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	30 A	30 A	30 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A

Compatible con FV/inversor
Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

Valores mensuales

Proyecto: COBERTA 3 SFM PETRA (100 UdS) **Emplazamiento:** España / Palma de Mallorca
Número del proyecto: ---

Rendimiento energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Coeficiente de rendimiento
1	3155 (4,5 %)	88 %
2	3925 (5,7 %)	88 %
3	6022 (8,7 %)	88 %
4	6957 (10,0 %)	87 %
5	8083 (11,6 %)	86 %
6	8603 (12,4 %)	85 %
7	8668 (12,5 %)	84 %
8	7851 (11,3 %)	84 %
9	5958 (8,6 %)	85 %
10	4524 (6,5 %)	86 %
11	3041 (4,4 %)	87 %
12	2671 (3,8 %)	87 %

10.2.4 Cubierta 4

Sistema energético

Planta FV	**Inversor fotovoltaico** 1 x SMA STP 15-50	**Generadores FV** 35 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type
Componentes adicionales	**Gestión de la energía** 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS	
Tamaño del sistema	**Planta FV** 16,10 kWp	

Diseños de los inversores

Proyecto: COBERTA 4 SFM PETRA (35 Uds)
Número del proyecto: ---
Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 1 °C
Temperatura de diseño: 27 °C
Temperatura máxima: 39 °C

Subproyecto Subproyecto 1

1 x SMA STP 15-50 (Parte de la planta 1)

Potencia pico:	16,10 kWp
Cantidad total de módulos:	35
Número de inversores fotovoltaicos:	1
Potencia de CC (cos φ = 1) máx.:	15,31 kW
Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1):	15,00 kW
Tensión de red:	230V (230V / 400V)
Ratio de potencia nominal:	95 %
Factor de dimensionamiento:	107,3 %
Factor de desfase cos φ:	1
Horas de carga completa:	1625,2 h



Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: CUBIERTA 1 (210 Uds)
19 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada B: CUBIERTA 1 (210 Uds)
10 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

Entrada C: CUBIERTA 1 (210 Uds)
6 x JinkoSolar Holding Co. Ltd. JKM-460N-54HL4R-V Tiger Neo N-Type (06/2024), Acimut: 42 °, Inclinación: 8 °, Tipo de montaje: Integrado

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

	Entrada A:	Entrada B:	Entrada C:
Número de strings:	1	1	1
Módulos fotovoltaicos:	19	10	6
Potencia pico (de entrada):	8,74 kWp	4,60 kWp	2,76 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 566 V	✓ 298 V	✓ 179 V
Tensión mín.:	✓ 526 V	✓ 277 V	✓ 166 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 810 V	✓ 426 V	✓ 256 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	24 A	24 A	24 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A	✓ 13,7 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	37,5 A	37,5 A	37,5 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A	✓ 14,1 A

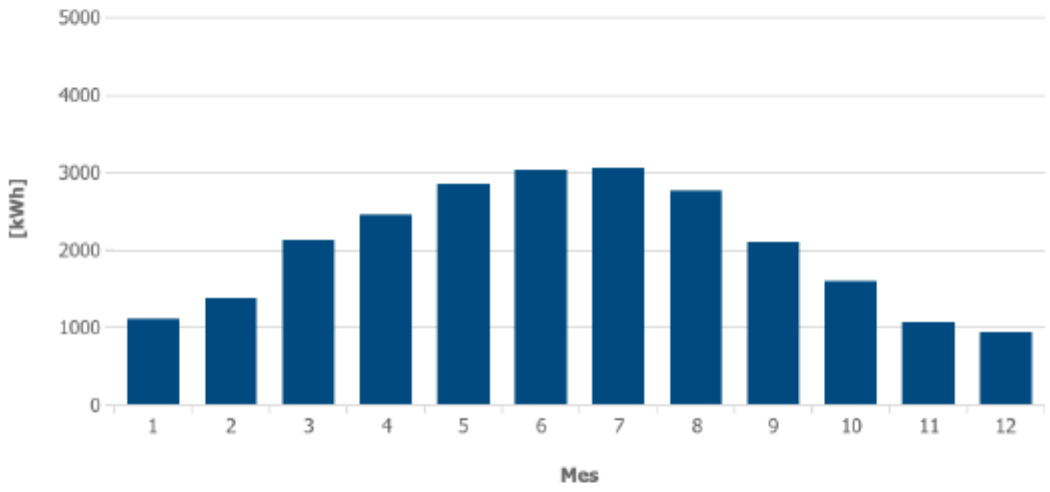
Compatible con FV/inversor
Este inversor incluye SMA ShadeFix. SMA ShadeFix es un software para inversores patentado que optimiza de forma automática el rendimiento de las plantas fotovoltaicas en cualquier situación. También con sombra.

Valores mensuales

Proyecto: COBERTA 4 SFM PETRA (35 Uds)
Número del proyecto: ---

Emplazamiento: España / Palma de Mallorca

Rendimiento energético



Mes	Rendimiento energético [kWh]	Coeficiente de rendimiento
1	1105 (4,5 %)	88 %
2	1376 (5,6 %)	88 %
3	2113 (8,7 %)	88 %
4	2443 (10,0 %)	87 %
5	2839 (11,6 %)	86 %
6	3022 (12,4 %)	85 %
7	3045 (12,5 %)	85 %
8	2757 (11,3 %)	85 %
9	2091 (8,6 %)	86 %
10	1586 (6,5 %)	86 %
11	1065 (4,4 %)	87 %
12	935 (3,8 %)	87 %

10.3 Cálculos de caídas de tensión

Se incluye el cálculo de las caídas de tensión en los cirucitos de corriente contínua, y se identifica el calibre de los fusibles a instalar para la protección de cada string.

10.3.1 Cálculos para líneas de Corriente Alterna.

Fórmulas de cálculo

- $d = \frac{2 * P * L}{U * \gamma * s}$ para circuitos monofásicos o trifásicos desequilibrados.
- $d = \sqrt{3} * \rho * L * I * cos\varphi / S$ para circuitos trifásicos equilibrados.
- $P = V * I$ para circuitos monofásicos o trifásicos desequilibrados.
- $P = 1.73 * V * I * \cos\theta$ para circuitos trifásicos equilibrados.

Siendo en dichas fórmulas:

- *P* = potencias en Watios.

- *L* = longitud en metros.

- *S* = sección del conductor en mm^2.

- **g** = conductividad del cobre en m/Ohms.mm^2.

-*d* = caída de tensión en voltios.

- *V* = Tensión de servicio.

En los esquemas de los circuitos de corriente alterna están representadas las caídas de tensión.

10.3.2 Cálculos para líneas de corriente contínua.

$$\Delta V = 2 * \rho * L * I * cos\emptyset / V$$

Parámetros

ρ del material (cobre ≈ 0.0175 Ω·mm²/m; aluminio ≈ 0.028 Ω·mm²/m).

L: longitud de la línea (m).

I: intensidad de la corriente (A).

cosφ: factor de potencia de la carga.

S: Sección del conductor (mm²).

ΔV: caída de tensión (V).

Procedimiento seguido

- **Identificación de los circuitos**: se definen los tramos de la instalación (alimentación general, derivaciones individuales, circuitos interiores).
- **Determinación de parámetros eléctricos**: tensión nominal, potencia prevista, factor de potencia, intensidad de diseño.
- **Selección de conductores**: material (cobre/aluminio), sección inicial según intensidad admisible.
- **Cálculo de la caída de tensión**: aplicación de las fórmulas anteriores para cada tramo.
- **Verificación normativa**: comprobación de que la caída porcentual está dentro de los límites establecidos.

Se representan los resultados obtenidos

CUBIERTA 1 INVERSOR 1 LÍNEA	Nº de paneles	longitud (m)	Intensidad (A)	fc	Int.c (A)	Tensión (V)	Sección (mm2)	Fusible (A)	Caída (V)	Caída (%)	Caida permitida
1	21	94	14,14	1,25	17,675	625	10	20	6,6458	1,06%	<1,5%
2	21	94	14,14	1,25	17,675	625	10	20	6,6458	1,06%	<1,5%
3	21	78	14,14	1,25	17,675	625	6	20	9,1910	1,47%	<1,5%
4	21	78	14,14	1,25	17,675	625	6	20	9,1910	1,47%	<1,5%
5	21	62	14,14	1,25	17,675	625	6	20	7,3057	1,17%	<1,5%
6	21	62	14,14	1,25	17,675	625	6	20	7,3057	1,17%	<1,5%
7	21	46	14,14	1,25	17,675	625	6	20	5,4203	0,87%	<1,5%
8	21	46	14,14	1,25	17,675	625	6	20	5,4203	0,87%	<1,5%
9	21	30	14,14	1,25	17,675	625	6	20	3,5350	0,57%	<1,5%
10	21	30	14,14	1,25	17,675	625	6	20	3,5350	0,57%	<1,5%
	210	620									

CUBIERTA 2 INVERSOR 1 LÍNEA	Nº de paneles	longitud (m)	Intensidad (A) (Icc corregida)	factor de corrección	Intensidad corregida (A)	Tensión (V)	Sección (mm2)	Fusible (A)	Caída (V)	Caída (%)	Caida permitida
1	21	78	14,14	1,25	17,675	625	6	20	9,1910	1,47%	<1,5%
2	20	62	14,14	1,25	17,675	596	6	20	7,3057	1,23%	<1,5%
3	20	58	14,14	1,25	17,675	596	6	20	6,8343	1,15%	<1,5%

INVERSOR 2 LÍNEA	Nº de paneles	longitud (m)	Intensidad (A) (Icc corregida)	factor de corrección	Intensidad corregida (A)	Tensión (V)	Sección (mm2)	Fusible (A)	Caída (V)	Caída (%)	Caida permitida
1	21	78	14,14	1,25	17,675	625	6	20	9,1910	1,47%	<1,5%

2	20	62	14,14	1,25	17,675	596	6	20	7,3057	1,23%	<1,5%
3	20	58	14,14	1,25	17,675	596	6	20	6,8343	1,15%	<1,5%
INVERSOR 3											
1	19	58	14,14	1,25	17,675	566	6	20	6,8343	1,21%	<1,5%
2	19	44	14,14	1,25	17,675	566	6	20	5,1847	0,92%	<1,5%
	160	498									
CUBIERTA 3											
INVERSOR 1 LÍNEA	**Nº de paneles**	**longitud (m)**	**Intensidad (A) (Icc corregida)**	**factor de corrección**	**Intensidad corregida (A)**	**Tensión (V)**	**Sección (mm2)**	**Fusible (A)**	**Caída (V)**	**Caída (%)**	**Caida permitida**
1	17	54	14,14	1,25	17,675	506	6	20	6,3630	1,26%	<1,5%
2	17	54	14,14	1,25	17,675	506	6	20	6,3630	1,26%	<1,5%
3	17	38	14,14	1,25	17,675	506	6	20	4,4777	0,88%	<1,5%
4	17	38	14,14	1,25	17,675	506	6	20	4,4777	0,88%	<1,5%
5	16	28	14,14	1,25	17,675	477	6	20	3,2993	0,69%	<1,5%
6	16	28	14,14	1,25	17,675	477	6	20	3,2993	0,69%	<1,5%
	100	1236									
CUBIERTA 4											
INVERSOR 1 LÍNEA	**Nº de paneles**	**longitud (m)**	**Intensidad (A) (Icc corregida)**	**factor de corrección**	**Intensidad corregida (A)**	**Tensión (V)**	**Sección (mm2)**	**Fusible (A)**	**Caída (V)**	**Caída (%)**	**Caida permitida**
1	19	50	14,14	1,25	17,675	566	6	20	5,8917	1,04%	<1,5%
2	10	42	14,14	1,25	17,675	298	6	20	4,9490	1,66%	<1,5%
3	6	36	14,14	1,25	17,675	179	6	20	4,2420	2,37%	<1,5%
	35	128									

PLANTA INVERSOR 1 LÍNEA	Nº de paneles	longitud (m)	Intensidad (A)	fc	Int.c (A)	Tensión (V)	Sección (mm2)	Fusible (A)	Caída (V)	Caída (%)	Caida permitida
1	14	188	14,00	1,25	17,5	629	16	20	8,2250	1,31%	<1,5%
2	14	154	14,00	1,25	17,5	629	16	20	6,7375	1,07%	<1,5%
3	14	120	14,00	1,25	17,5	629	16	20	5,2500	0,83%	<1,5%
4	14	156	14,00	1,25	17,5	629	10	20	10,9200	1,74%	<1,5%
5	14	114	14,00	1,25	17,5	629	10	20	7,9800	1,27%	<1,5%
6	14	182	14,00	1,25	17,5	629	16	20	7,9625	1,27%	<1,5%
7	14	164	14,00	1,25	17,5	629	16	20	7,1750	1,14%	<1,5%
8	14	146	14,00	1,25	17,5	629	16	20	6,3875	1,02%	<1,5%
9	14	128	14,00	1,25	17,5	629	10	20	8,9600	1,42%	<1,5%
10	14	116	14,00	1,25	17,5	629	10	20	8,1200	1,29%	<1,5%
	140	1468									

INVERSOR 2 LÍNEA	Nº de paneles	longitud (m)	Intensidad (A) (Icc corregida)	factor de corrección	Intensidad corregida (A)	Tensión (V)	Sección (mm2)	Fusible (A)	Caída (V)	Caída (%)	Caida permitida
1	14	178	14,00	1,25	17,5	629	16	20	7,7875	1,24%	<1,5%
2	14	154	14,00	1,25	17,5	629	16	20	6,7375	1,07%	<1,5%
3	14	130	14,00	1,25	17,5	629	10	20	9,1000	1,45%	<1,5%
4	14	106	14,00	1,25	17,5	629	10	20	7,4200	1,18%	<1,5%
5	14	82	14,00	1,25	17,5	629	10	20	5,7400	0,91%	<1,5%
6	14	58	14,00	1,25	17,5	629	6	20	6,7667	1,08%	<1,5%
7	14	34	14,00	1,25	17,5	629	6	20	3,9667	0,63%	<1,5%
8	14	58	14,00	1,25	17,5	629	6	20	6,7667	1,08%	<1,5%
9	14	82	14,00	1,25	17,5	629	10	20	5,7400	0,91%	<1,5%

10	14	106	14,00	1,25	17,5	629	10	20	7,4200	1,18%	<1,5%
	140	988									
INVERSOR 3 LÍNEA	**Nº de paneles**	**longitud (m)**	**Intensidad (A)**	**factor de corrección (Icc corregida)**	**Intensidad corregida (A)**	**Tensión (V)**	**Sección (mm2)**	**Fusible (A)**	**Caída (V)**	**Caída (%)**	**Caida permitida**
1	11	144	14,00	1,25	17,5	494	16	20	6,3000	1,28%	<1,5%
2	11	120	14,00	1,25	17,5	494	16	20	5,2500	1,06%	<1,5%
3	11	110	14,00	1,25	17,5	494	16	20	4,8125	0,97%	<1,5%
4	11	96	14,00	1,25	17,5	494	10	20	6,7200	1,36%	<1,5%
5	11	86	14,00	1,25	17,5	494	10	20	6,0200	1,22%	<1,5%
6	11	76	14,00	1,25	17,5	494	10	20	5,3200	1,08%	<1,5%
7	11	66	14,00	1,25	17,5	494	10	20	4,6200	0,94%	<1,5%
8	11	56	14,00	1,25	17,5	494	6	20	6,5333	1,32%	<1,5%
9	11	46	14,00	1,25	17,5	494	6	20	5,3667	1,09%	<1,5%
10	11	36	14,00	1,25	17,5	494	6	20	4,2000	0,85%	<1,5%
11	12	46	14,00	1,25	17,5	539	6	20	5,3667	1,00%	<1,5%
12	12	56	14,00	1,25	17,5	539	6	20	6,5333	1,21%	<1,5%

ANEJO Nº10. PLANTA FOTOVOLTAICA Y REMODELACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO Nº11. RED DE RIEGO Y PLANTACIONES

ANEJO Nº11. RED DE RIEGO Y PLANTACIONES

INDICE DE CONTENIDO

1 OBJETO 2

2 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTACIONES 3

2.1 Zona de aparcamiento 3

2.2 Planta solar fotovoltaica 5

2.3 Necesidades hídricas y dotaciones de riego 6

2.4 Comprobación de goteros y tiempos de riego 9

3 RED DE RIEGO 10

3.1 Alcance 10

3.2 Red de distribución y sectorización del sistema de riego 11

3.3 Elementos de la red 13

3.4 Comprobación dimensionamiento de la red 15

1 OBJETO

El presente anejo tiene por objeto definir las actuaciones de jardinería y la red de riego previstas en el ámbito de la Estación de Petra, que comprenden la plantación de arbolado y vegetación ornamental en la zona del aparcamiento, así como la ejecución de una pantalla vegetal de cerramiento en el perímetro de la planta solar fotovoltaica. Estas actuaciones contribuyen a la integración paisajística del conjunto, mejoran la calidad ambiental del entorno y refuerzan la funcionalidad y el confort de los espacios exteriores de la estación.

El anejo describe los criterios de diseño aplicados, la selección de especies, y el dimensionamiento de la red de riego que permitirá garantizar el correcto establecimiento y desarrollo de la vegetación a lo largo del tiempo. Las soluciones adoptadas responden a un planteamiento de sostenibilidad, bajo consumo hídrico y mínima necesidad de mantenimiento, adaptándose a las condiciones climáticas y edáficas del municipio de Petra.

Las actuaciones de jardinería previstas tienen una finalidad principalmente ambiental y funcional, y se orientan al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- **Integración ambiental y visual.** Incorporar elementos vegetales que suavicen la transición entre las nuevas infraestructuras y su entorno, reduciendo el impacto visual de los elementos constructivos y aportando continuidad con el paisaje existente.
- **Confort térmico y visual.** Proporcionar sombra y protección en las zonas de estacionamiento mediante arbolado de porte medio, mejorando la habitabilidad de los espacios exteriores durante los meses cálidos.
- **Uso de especies adaptadas.** Emplear especies autóctonas, con bajo requerimiento de riego y mantenimiento, garantizando su adaptación a las condiciones climáticas de la zona.
- **Eficiencia hídrica.** Diseñar un sistema de riego por goteo sectorizado y automatizado que optimice el consumo de agua, reduzca pérdidas por evaporación y asegure el aporte necesario para cada grupo vegetal.
- **Compatibilidad con las infraestructuras.** Coordinar las plantaciones con la red de servicios proyectada, el alumbrado, las canalizaciones eléctricas y el sistema de drenaje del aparcamiento, evitando interferencias y garantizando la accesibilidad a las instalaciones.

El presente documento constituye la base técnica para la ejecución, control y mantenimiento de las zonas verdes incluidas en el proyecto, definiendo los materiales, criterios constructivos y parámetros de funcionamiento del sistema de riego que asegurarán la durabilidad y correcto estado de las plantaciones.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTACIONES

Las plantaciones previstas se distribuyen en dos ámbitos diferenciados:

- **Aparcamiento situado al sur de la vía férrea**, donde se proyectan alineaciones de arbolado y zonas ajardinadas que acompañan a los viales y aceras;
- **Cerramiento de la planta solar fotovoltaica**, ubicada al norte de la vía, donde se dispone una pantalla vegetal perimetral de cipreses con finalidad ambiental y paisajística.

El diseño se ha realizado atendiendo a las condiciones climáticas de Petra, por lo que se han seleccionado especies mediterráneas de bajo requerimiento hídrico, resistentes al viento y adaptadas a las oscilaciones térmicas propias del interior de Mallorca.

2.1 Zona de aparcamiento

El área de estacionamiento constituye el único espacio con ajardinamiento dentro del recinto ferroviario. En esta zona se incorporan especies de porte medio y crecimiento controlado, que proporcionan sombra a los vehículos y mejoran las condiciones térmicas del pavimento sin interferir con las instalaciones de alumbrado, marquesinas fotovoltaicas o redes de servicio.



Ilustración 1. Vista general plantaciones

A continuación, se adjunta una planta con las características de cada una de las especies.

Ubicación	Especie	Nombre científico	Tipo	Altura inicial
Isletas entre plazas de aparcamiento	Tilo	*Tilia cordata*	Árbol caducifolio de sombra	3–3,5 m
Aceras perimetrales (reposición)	Melia	*Melia azedarach*	Árbol caducifolio existente	Según ejemplar
Límite este del aparcamiento	Ciprés	*Cupressus sempervirens*	Árbol perenne	1,5–2,0 m
Límite este del aparcamiento	Madroño	*Arbutus unedo*	Arbusto perenne	0,6–0,8 m

Los **tilos (*Tilia cordata*)** se disponen en alineaciones alternas a lo largo de las isletas centrales del aparcamiento, buscando un equilibrio entre cobertura de sombra y visibilidad de maniobra para los vehículos. Se trata de una especie caducifolia de porte medio, seleccionada por su capacidad de generar una copa densa en verano que proporciona sombra efectiva y por su baja demanda hídrica durante el periodo vegetativo. Además, su comportamiento en alineaciones urbanas es adecuado por su resistencia a la compactación del terreno y a la contaminación ambiental. El crecimiento controlado de los tilos permite mantener una altura final, compatible con las luminarias, marquesinas fotovoltaicas presentes en el entorno de la estación.

Las **melias (*Melia azedarach*)** existentes, actualmente alineadas en los márgenes del aparcamiento y aceras perimetrales, se conservarán en la medida de lo posible, trasladándose aquellas que interfieran con las nuevas obras de pavimentación o con los trazados de las canalizaciones de servicios. En caso de trasplante, se realizará durante el periodo vegetativo invernal, ejecutando el movimiento con cepellón y protegiendo adecuadamente las raíces y la copa. Su mantenimiento en el diseño garantiza la continuidad visual con la arboleda preexistente y la homogeneidad de especies en el entorno inmediato de la estación.

En el borde este del aparcamiento, junto al cerramiento con las parcelas colindantes, se proyecta un **seto mixto** formado por **cipreses (*Cupressus sempervirens*) y madroños (*Arbutus unedo*)**. Ambas especies se disponen de manera alternada, conformando una alineación vegetal continua que define el límite del recinto y contribuye a la integración paisajística de la actuación. La composición combina la verticalidad del ciprés con el porte medio y el follaje denso del madroño, generando un

frente verde con volumen y variación cromática a lo largo del año, sin constituir una barrera visual cerrada. El conjunto mantiene un aspecto natural y ordenado, adecuado al carácter ferroviario y urbano

La franja ajardinada estará delimitada por bordillos prefabricados de hormigón tipo jardinera, enrasados con el pavimento, que separan el área de plantación del pavimento del aparcamiento. El terreno se acondicionará mediante descompactación y mejora con tierra vegetal, garantizando una adecuada aireación y drenaje. Se dispondrá una capa de tierra vegetal de espesor suficiente (alrededor de 0,80 m) para permitir el correcto enraizamiento de las especies, extendida sobre el fondo existente previamente escarificado. El perfil del terreno se ajustará de forma que favorezca la infiltración del agua de riego y evite encharcamientos.

2.2 Planta solar fotovoltaica

En el perímetro de la **planta solar fotovoltaica**, situada al norte de la vía férrea, se proyecta una pantalla vegetal continua con el fin de integrar visualmente la instalación en su entorno y reducir el impacto paisajístico de los módulos y estructuras metálicas. La actuación se extiende a lo largo de los lados norte, este y oeste del cerramiento, configurando un borde verde que acompaña la valla de simple torsión perimetral.

La pantalla se compone exclusivamente de **cipreses (*Cupressus sempervirens*)**, especie seleccionada por su carácter perenne, su elevada resistencia a la sequía y su capacidad para soportar vientos frecuentes sin deformación estructural. El ciprés, de porte columnar y crecimiento lento, permite generar una alineación uniforme y densa con bajo requerimiento de mantenimiento, proporcionando una cobertura visual eficaz durante todo el año.

Los ejemplares se plantarán en el interior del cerramiento, a una distancia suficiente respecto al vallado para permitir las labores de mantenimiento y evitar interferencias con la cimentación de los postes. Se dispondrán alineados y separados de manera regular cada 80 cm, formando un conjunto continuo, aunque sin llegar a constituir una barrera opaca, de forma que mantenga la permeabilidad visual y la integración natural en el paisaje.

El terreno de plantación corresponde al terreno natural existente dentro del cerramiento, sobre el que se ejecutarán los hoyos necesarios para la colocación de los ejemplares. No se prevé la aportación generalizada de tierra vegetal ni acondicionamiento del sustrato, limitándose la preparación al desbroce superficial y apertura de los huecos de plantación, de dimensiones adecuadas al tamaño del cepellón. El fondo del hoyo se escarificará ligeramente para mejorar el contacto del sistema radicular con el terreno y facilitar el drenaje natural del agua de lluvia.

Durante la plantación, los cepellones se colocarán de forma que el cuello del árbol quede enrasado con el terreno, rellenando los huecos con el mismo material extraído, ligeramente compactado para garantizar la estabilidad. Una vez colocados los ejemplares, se efectuará un riego de asiento manual que facilite la compactación del terreno y la eliminación de bolsas de aire.

La pantalla vegetal resultante actuará como elemento de transición entre la planta fotovoltaica y el entorno rústico, proporcionando continuidad visual, reduciendo el impacto de las estructuras metálicas y contribuyendo a la integración paisajística del conjunto.

2.3 Necesidades hídricas y dotaciones de riego

Las necesidades hídricas de las plantaciones proyectadas se han calculado siguiendo la metodología habitual en jardinería técnica, basada en el balance hídrico entre la **evapotranspiración del cultivo (ETc)** y la **precipitación efectiva (Pe)**. Esta metodología es la empleada por el *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)* en la **Guía para el diseño de riego en zonas verdes**, así como en la bibliografía técnica de referencia para xerojardinería en climas mediterráneos.

Para el cálculo se han utilizado los valores de **evapotranspiración de referencia (ETo)** correspondientes al clima mediterráneo interior de Mallorca, caracterizado por veranos secos con elevada demanda evaporativa y precipitaciones concentradas en otoño. Los **coeficientes de cultivo (Kc)** empleados corresponden a especies ornamentales de baja y media demanda hídrica, coherentes con la selección vegetal proyectada (tilos, melias, cipreses y madroños).

Cálculo de la dotación neta de riego

La dotación neta mensual de riego se obtiene mediante la expresión:

$$DR_n = ET_c - Pe$$

donde:

- DRn = dotación neta de riego (mm/mes)
- ETc = evapotranspiración del cultivo (mm/mes)
- Pe = precipitación efectiva (mm/mes)

La precipitación efectiva se obtiene aplicando un coeficiente reductor a la precipitación mensual total, de forma que únicamente se considera la fracción realmente aprovechable por la planta, excluyendo escorrentía superficial, evaporación directa y drenaje profundo.

Determinación de la evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración del cultivo se calcula según:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

donde:

- ET_0 = evapotranspiración de referencia para clima mediterráneo interior.

- Kc = coeficiente de cultivo según especie y densidad.

Los valores de Kc utilizados se obtienen de la *Guía de diseño de riego en zonas verdes* y son acordes a especies de bajo consumo hídrico, adecuadas para xerojardinería en Mallorca.

Cálculo de la dotación bruta

La dotación bruta de riego se obtiene aplicando la eficiencia del sistema de riego por goteo:

$$DR_b = \frac{DR_n}{E_r}$$

donde:

- DRb = dotación bruta (mm/mes)
- Er = eficiencia del riego por goteo.

Para el presente diseño se adopta:

$$E_r = 0{,}90$$

un valor coherente con sistemas de riego localizado mediante goteros autocompensantes.

Evapotranspiración de cultivo y dotación anual

- Arbolado (Melias y Tilos)

Evapotranspiración de cultivo anual:

$$ET_{c,\text{árbol}} = K_c \cdot ET_0 = 0{,}60 \cdot 1.200 = 720 \text{ m/año}$$

Dotación neta anual:

$$DR_{n,\text{árbol}} = ET_{c,\text{árbol}} - P_e = 720 - 400 = 320 \text{ m/año}$$

Dotación bruta anual:

$$DR_{b,\text{árbol}} = \frac{DR_{n,\text{árbol}}}{E_r} = \frac{320}{0{,}90} \approx \quad 356 \text{ m/año}$$

- Arbustos (Madroños y Cipreses)

Evapotranspiración de cultivo anual:

$$ET_{c,\text{arb}} = 0{,}50 \cdot 1.200 = 600 \text{ m}$$

Dotación neta anual:

$$DR_{n,\text{arb}} = 600 - 400 = 200 \text{ m /año}$$

Dotación bruta anual:

$$DR_{b,\text{arb}} = \frac{200}{0{,}90} \approx \quad 222 \text{ m/año}$$

ANEJO Nº11. RED DE RIEGO Y PLANTACIONES

Dotaciones en el mes de máxima demanda (julio)

- Arbolado

$$ET_{c,\text{árbol,jul}} = K_c \cdot ET_{0,\text{jul}} = 0{,}60 \cdot 186 = 111{,}6 \text{ mm/mes}$$

Dotación neta mensual:

$$DR_{n,\text{árbol,jul}} \approx 111{,}6 \text{ mm/mes}$$

Dotación bruta mensual:

$$DR_{b,\text{árbol,jul}} = \frac{111{,}6}{0{,}90} = 124 \text{ mm/mes}$$

Dotación diaria:

$$N_{d,\text{árbol}} = \frac{DR_{b,\text{árbol,jul}}}{31} = \frac{124}{31} = 4{,}0 \text{ m/día}$$

Es decir, 4,0 l/m²·día.

Adoptando un alcorque de referencia de 1,0 m² por árbol:

$$N_{d,\text{árbol}} = 4{,}0 \text{ l /árbol\día}$$

- Arbustos

$$ET_{c,\text{arb,jul}} = K_c \cdot ET_{0,\text{jul}} = 0{,}50 \cdot 186 = 93 \text{ mm/mes}$$

Dotación neta mensual:

$$DR_{n,\text{arb,jul}} \approx 93 \text{ mm/mes}$$

Dotación bruta mensual:

$$DR_{b,\text{arb,jul}} = \frac{93}{0{,}90} \approx 103{,}3 \text{ mm/mes}$$

Dotación diaria:

$$N_{d,\text{arb}} = \frac{103{,}3}{31} \approx 3{,}3 \text{ m /día}$$

Es decir, 3,3 l/m²·día.

Considerando de nuevo un área de referencia de 1,0 m² por arbusto:

$$N_{d,\text{arbusto}} \approx 3{,}3 \text{ l /arbusto\día}$$

2.4 Comprobación de goteros y tiempos de riego

2.4.1 Arbolado

Se proyecta para cada árbol un anillo portagoteros con:

- 7 goteros autocompensantes
- Caudal unitario: 4 l/h
- Caudal total por árbol:

$$Q_{\text{árbol}} = 7 \cdot 4 = 28 \text{ l/h}$$

Tiempo de riego por árbol

$$T_{r,\text{árbol}} = \frac{N_{d,\text{árbol}}}{Q_{\text{árbol}}} = \frac{4{,}0}{28} = \quad 0{,}143 \approx \text{ min/día}$$

Por tanto, con 9 minutos diarios se cubre la demanda hídrica de cada árbol, quedando margen de regulación en el programador para reducir tiempos el resto del año.

Consumo total diario del arbolado

- Melias: 18 ud × 4,0 l/ud·día = 72 l/día
- Tilos: 27 ud × 4,0 l/ud·día = 108 l/día

Total arbolado:

$$N_{d,\text{árboles,total}} = \quad 72 \quad + \quad 108 \quad = \quad 180 \text{ l/día}$$

2.4.2 Arbustos

Para cada arbusto se disponen:

- 2 goteros autocompensantes
- Caudal unitario: 4 l/h
- Caudal total por arbusto:

$$Q_{\text{arbusto}} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ l/h}$$

Tiempo de riego por arbusto

$$T_{r,\text{arbusto}} = \frac{N_{d,\text{arbusto}}}{Q_{\text{arbusto}}} = \frac{3{,}3}{8} \approx 0{,}412 \text{ h} \approx 25 \text{ min/día}$$

Es decir, en el mes de máxima demanda el tiempo de riego requerido para cubrir las necesidades de cada arbusto se sitúa en torno a 25 minutos diarios, pudiendo sectorizarse o fraccionarse en dos riegos diarios más cortos si se considera conveniente.

Consumo total diario de arbustos

- Madroños: 82 ud × 3,3 l/ud·día ≈ 270 l/día
- Cipreses: 44 ud × 3,3 l/ud·día ≈ 145 l/día

Total arbustos:

$$N_{d,\text{arbustos,total}} \approx 270 + 145 = 415 \text{ l/día}$$

3 RED DE RIEGO

3.1 Alcance

La **red de riego** proyectada tiene por objeto garantizar el aporte de agua necesario para el correcto arraigo y mantenimiento de las **zonas ajardinadas del entorno del aparcamiento** de la estación.

No se prevé red de riego en la **planta solar fotovoltaica**, ubicada al norte de la vía, cuya pantalla vegetal de cipreses se establecerá mediante riegos manuales de asiento puntuales durante su periodo inicial de implantación.



Ilustración 2. Planta general Red de riego.

El sistema automatizado cubrirá las siguientes áreas dentro del recinto:

- **Isletas centrales del aparcamiento:** Zonas ajardinadas donde se ubican las alineaciones de tilos (*Tilia cordata*), distribuidas entre las hileras de plazas de estacionamiento. Estas isletas cuentan con superficie permeable delimitada por bordillos tipo jardinera enrasados con el pavimento y albergan las plantaciones de arbolado de sombra.
- **Acerado oeste junto al edificio de cafetería:** Franja ajardinada lineal que discurre paralela a la fachada del edificio de cafetería y la acera perimetral que delimita el vial de acceso.
- **Acerado norte paralelo al andén:** Banda de vegetación situada entre la acera peatonal y el cerramiento que limita el aparcamiento con la zona ferroviaria. En este tramo se disponen plantaciones puntuales que actúan como elemento de transición visual entre el ámbito urbano y las instalaciones de vía.
- **Franja ajardinada del borde sur:** Zona verde continua que bordea el límite meridional del aparcamiento y el vial de acceso, configurando un jardín lineal con vegetación de acompañamiento, que sirve de transición con las parcelas colindantes.

En conjunto, la red de riego cubre todas las áreas ajardinadas incluidas dentro del perímetro pavimentado del aparcamiento, garantizando un funcionamiento autónomo y sectorizado. El sistema está diseñado para adaptarse a la diversidad de especies y superficies existentes, manteniendo presiones y caudales uniformes en cada tramo mediante conducción principal, ramales secundarios y líneas de goteo de distinto diámetro.

3.2 Red de distribución y sectorización del sistema de riego

El sistema de riego se alimenta a partir de la red municipal de abastecimiento, de la cual también se deriva el suministro del edificio de cafetería. Desde esta conducción principal se ejecuta una derivación específica para riego, dotada de contador independiente, que permite el control y la gestión diferenciada del consumo respecto al resto de instalaciones del recinto.

La toma de riego se ubica en una arqueta próxima a la cafetería, en la que se concentran los elementos de maniobra y control del sistema. En esta arqueta se instalan la válvula de corte general, el contador volumétrico de riego, además del programador automático y las dos electroválvulas que gobiernan las ramificaciones principales del sistema. Desde este punto parten los **dos ramales principales de** distribución, ambos ejecutados en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) de Ø 45 mm, que configuran la red troncal del riego del aparcamiento.

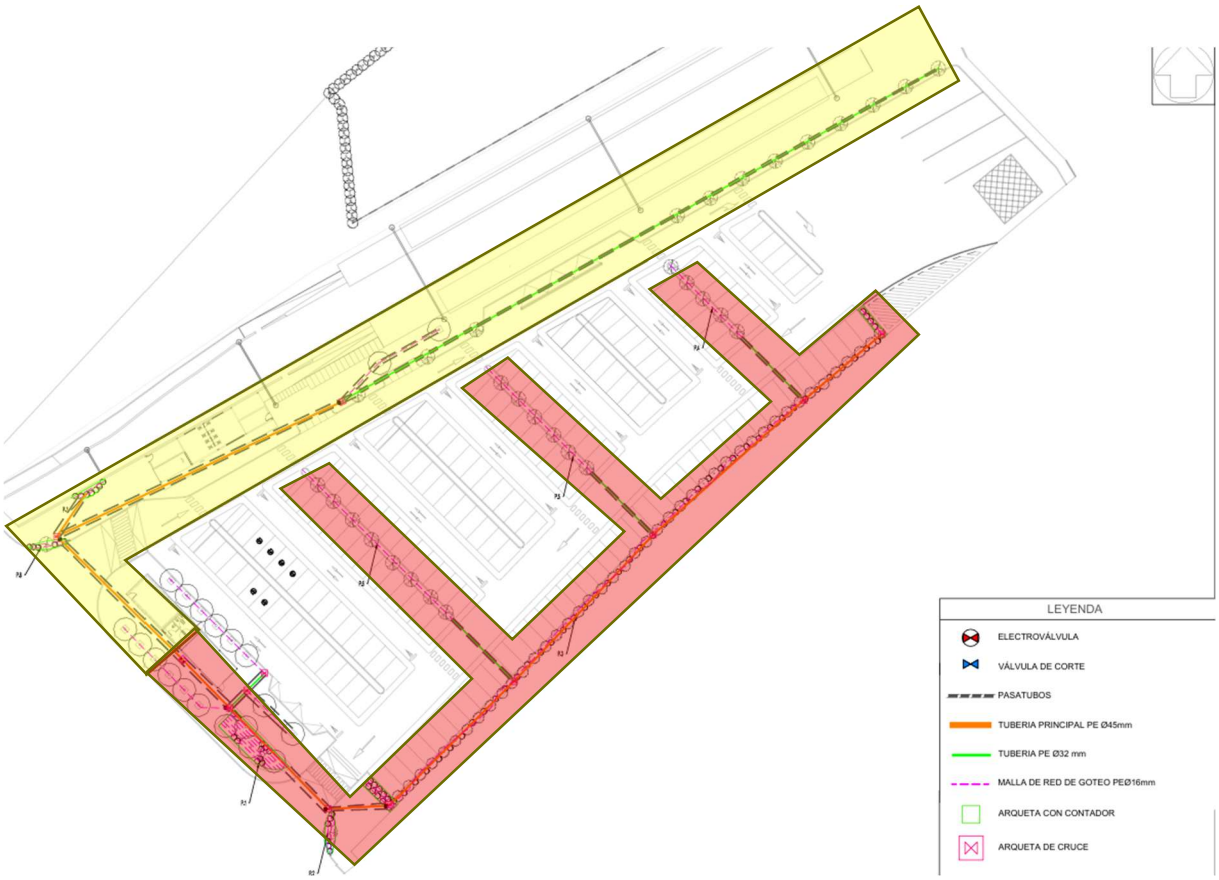


Ilustración 3. Sectorización de la red – Sector norte (amarillo) y Sector sur (rojo)

3.2.1 Sector norte

El ramal norte parte desde la arqueta de control situada junto a la cafetería y discurre inicialmente por el acerado oeste, paralelo a la fachada del edificio, hasta alcanzar el acerado que separa el aparcamiento del andén ferroviario. A lo largo de este recorrido, el ramal alimenta las plantaciones situadas en el entorno de la cafetería y continúa proporcionando servicio a todas las zonas ajardinadas del frente norte del aparcamiento.

En este sector se riegan tanto las alineaciones arbóreas del acerado norte como las plantaciones ubicadas en los márgenes del acceso al aparcamiento, garantizando la cobertura completa de la franja verde paralela al andén.

El trazado del ramal se ejecuta en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) Ø 45 mm hasta la zona de distribución principal, desde la cual parten ramificaciones secundarias de PEAD Ø 32 mm hacia las líneas de goteo de polietileno Ø 16 mm que riegan cada grupo vegetal. La conducción discurre enterrada bajo el acerado o a través de las zonas verdes contiguas, en coordinación con las canalizaciones de alumbrado y drenaje, evitando interferencias y manteniendo la pendiente necesaria para permitir la purga y el vaciado de la red.

El conjunto de este sector se controla mediante una electroválvula independiente, instalada en la arqueta de control, lo que permite regular los tiempos de funcionamiento y la frecuencia de riego de forma autónoma respecto al resto de sectores del aparcamiento.

3.2.2 Sector sur

El ramal sur se origina en la arqueta de control ubicada junto a la cafetería, desde donde parte la conducción principal que alimenta las zonas verdes situadas en el entorno inmediato del edificio. A lo largo del acerado de la cafetería, la red de goteo riega las plantaciones dispuestas en esta franja, continuando su recorrido hacia el borde sur del aparcamiento, donde se desarrolla de forma longitudinal paralela al vial de acceso hasta la zona este.

En su trazado por el límite sur, el ramal abastece la franja ajardinada perimetral y, mediante ramales secundarios enterrados, alimenta las isletas centrales del aparcamiento. De esta manera se garantiza un riego homogéneo de todas las alineaciones de tilos y de la vegetación ornamental situadas en la mitad sur del recinto.

La conducción principal se ejecuta en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) Ø 45 mm, que enlaza la arqueta de control con los distintos puntos de distribución. Desde ella parten ramificaciones secundarias en PEAD Ø 32 mm, que conectan con las líneas de goteo en polietileno de baja densidad (PEBD) Ø 16 mm, equipadas con gotero autocompensante integrado. Estas líneas se disponen de forma continua a lo largo de las alineaciones de plantación o formando anillos perimetrales alrededor de los ejemplares arbóreos, asegurando una distribución equilibrada del caudal y evitando acumulaciones de agua.

El sector sur se controla mediante una de las electroválvulas instaladas en la arqueta de control próxima a la cafetería, lo que permite regular de forma independiente los tiempos de funcionamiento y la frecuencia de riego conforme a las necesidades hídricas de las especies y a su exposición solar.

3.3 Elementos de la red

Para garantizar la correcta implantación y el mantenimiento de las plantaciones durante los periodos de sequía estival, se proyecta un **sistema de riego localizado por goteo**, con funcionamiento automatizado y controlado mediante programador central. El sistema permitirá realizar riegos periódicos durante la fase de arraigo y riegos de apoyo en los meses más secos, con el objetivo de asegurar la viabilidad de las especies arbóreas y arbustivas proyectadas.

La red de riego se encuentra conectada a la **red general de abastecimiento municipal**, de la que también se alimenta el edificio de cafetería. Desde esta red se dispone una **derivación específica para riego**, equipada con contador independiente, válvula de corte y regulación de presión necesarios para mantener la presión de servicio en el rango óptimo para goteo.

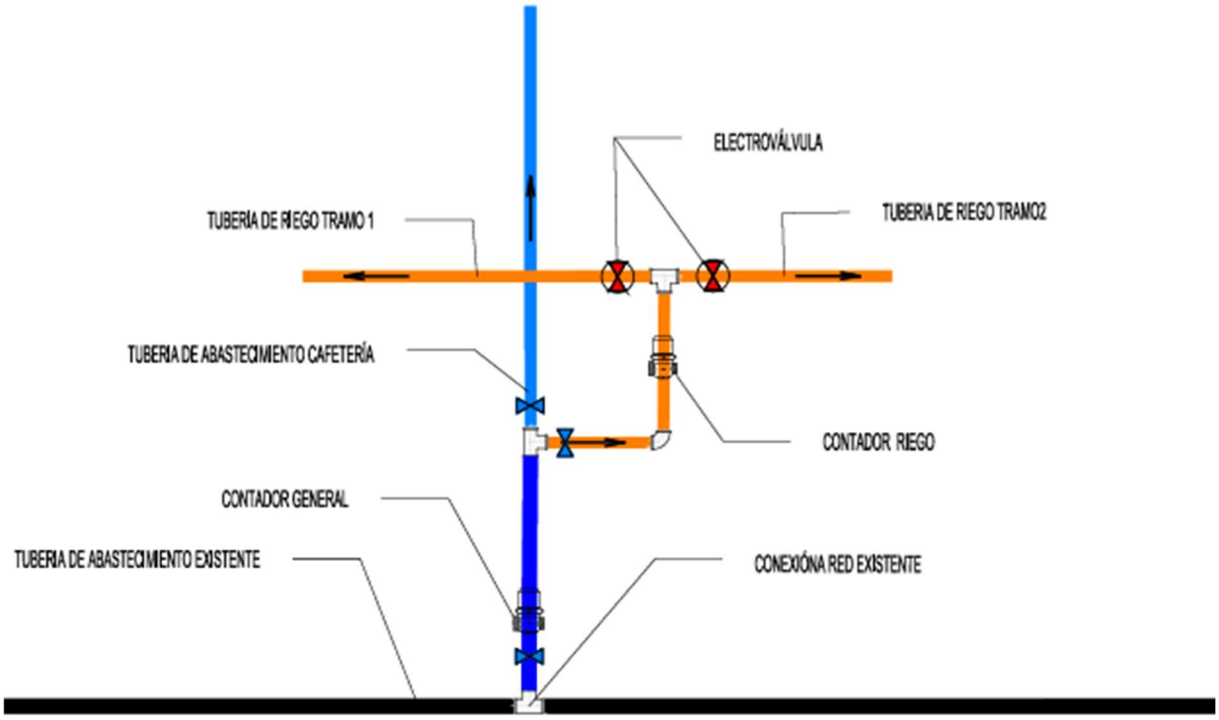


Ilustración 4. Esquema de control de riego

El sistema de distribución está formado por los siguientes elementos principales:

- **Tubería principal de distribución:** Conducción enterrada de PEAD Ø 45 mm, presión nominal 10 atm, desde la arqueta de control junto a la cafetería hasta los sectores norte y sur del aparcamiento.
  Esta conducción constituye el eje troncal de la red y alimenta los ramales secundarios mediante derivaciones localizadas.
- **Ramificaciones secundarias:** Ejecutadas en PEAD Ø 32 mm, presión nominal 6 atm, enlazan la tubería principal con las líneas de goteo de cada zona (isletas, aceras y setos). Discurren enterradas bajo zonas ajardinadas o aceras, con protección mecánica en cruces de viales mediante tubo corrugado.
- **Líneas de riego localizado:** Constituidas por tubería de polietileno de baja densidad (PEBD) Ø 16 mm, provista de gotero autocompensante integrado, con caudal nominal de 4 l/h y coeficiente de variación inferior al 3 %. En las zonas de arbustos los goteros se disponen enterrados entre 5 y 8 cm, mientras que los árboles contarán con anillos regantes superficiales dispuestos alrededor del cepellón.
- **Arquetas de control y registro:** Prefabricadas de hormigón polímero o PVC de dimensiones mínimas 40×40 cm, alojan válvulas de corte, enlaces de derivación, purgas y conexiones

eléctricas de las electroválvulas. Las tapas serán de acero inoxidable AISI 316L, de tipo marco-placa, tránsito peatonal y enrasadas con el pavimento o terreno natural.

- **Elementos hidráulicos de control:** En la arqueta principal se sitúan el contador volumétrico, regulador de presión y programador automático. Dos electroválvulas de 1½" controlan la apertura y cierre de los sectores norte y sur, respectivamente. En los puntos altos se colocan
- **Instalación eléctrica de mando:** Los conductores eléctricos de control entre programador y electroválvulas serán de cobre flexible clase 5, sección mínima 0,8 mm², con aislamiento estanco y tendido en tubo corrugado independiente.

3.4 Comprobación dimensionamiento de la red

3.4.1 Medición de vegetación

El dimensionamiento de la red se ha realizado considerando el número total de ejemplares a regar, su tipología y la superficie de implantación de cada zona ajardinada. En el ámbito del proyecto se prevén las siguientes unidades vegetales:

Tipo de vegetación	Especie	Nº unidades
Árbol de sombra	*Tilia cordata* (tilo)	27
Árbol ornamental	*Melia azedarach*	18
Árbol perenne / pantalla	*Cupressus sempervirens* (ciprés)	44
Arbusto perenne	*Arbutus unedo* (madroño)	82
Total unidades a regar		**171**

3.4.2 Criterios e hipótesis de riego

El sistema de goteo se compone de líneas con gotero autocompensante de 4 l/h, con separación media de 0,30 m entre emisores. Cada árbol dispone de una línea de goteo circular o anillo regante con un mínimo de siete goteros equivalentes, mientras que los arbustos se riegan mediante líneas longitudinales continuas. Este planteamiento permite asegurar una dosis de riego uniforme y controlada, adaptable a las condiciones climáticas mediante la programación de tiempos de apertura.

Para el dimensionamiento hidráulico se han adoptado las siguientes hipótesis de cálculo:

- Velocidad máxima del agua en conducciones: 1,0 m/s, con límite superior de 2,5 m/s para evitar

sobrepresiones o golpes de ariete.

- Presión mínima de servicio en goteros: 1,0 bar, garantizada mediante el regulador de presión.
- Pérdidas de carga limitadas a valores compatibles con el funcionamiento autocompensante de los emisores.

El sistema de riego se divide en dos sectores principales, norte y sur, que funcionan de forma independiente mediante las electroválvulas situadas en la arqueta de control próxima a la cafetería. Para el cálculo se han considerado los caudales unitarios por especie y el número de ejemplares existentes en cada sector.

El dimensionamiento hidráulico del sistema se ha realizado considerando un riego por goteo autocompensante, diseñado para garantizar una distribución uniforme del caudal en todas las líneas, independientemente de las variaciones de presión o pequeñas diferencias de cota dentro de cada sector.

Los parámetros de diseño adoptados son los siguientes:

- **Tipo de emisor:** gotero autocompensante integrado en la tubería de goteo, con caudal nominal de 4 l/h y coeficiente de variación inferior al 3 %, que asegura una descarga constante dentro del rango de presiones de trabajo habitual (1–3 bar). Este tipo de emisor permite un funcionamiento estable incluso en tramos largos, evitando diferencias significativas de aporte entre puntos iniciales y finales de línea.
- **Separación entre emisores:** 0,30 m, valor estándar para plantaciones de alineación y zonas ajardinadas urbanas, que garantiza un reparto homogéneo de humedad en el entorno de las raíces.
- **Riego de árboles:** para las especies arbóreas (*Tilia cordata*, *Melia azedarach* y *Cupressus sempervirens*) se dispone un anillo de riego circular o corona en torno a cada ejemplar, compuesto por siete goteros distribuidos uniformemente alrededor del cepellón. Este diseño proporciona un caudal total de 28 l/h por árbol, permitiendo mantener un bulbo húmedo continuo en la zona radicular sin saturar el terreno.
- **Riego de arbustos:** los *Arbutus unedo* se riegan mediante líneas longitudinales continuas con dos goteros por planta, equivalentes a un caudal unitario de 8 l/h. En estos casos, los goteros se instalan ligeramente enterrados (entre 5 y 8 cm de profundidad) para reducir pérdidas por evaporación y favorecer la infiltración directa hacia la zona de raíces.

3.4.3 Cálculo y comprobación del dimensionamiento hidráulico

Sector norte

ANEJO Nº11. RED DE RIEGO Y PLANTACIONES

El sector norte comprende las zonas ajardinadas en el acerado paralelo al andén ferroviario. Está formado por **15 tilos (*Tilia cordata*) y 13 madroños (*Arbutus unedo*),** cuyo riego se realiza mediante goteo localizado a través de la red principal procedente de la arqueta de control.

Cálculo del caudal total

- 15 tilos × 28 l/h = 420 l/h
- 13 madroños × 8 l/h = 104 l/h

Caudal total sector norte**:**

Q = 420 + 104 = 524 l/h = 0,146 l/s

Comprobación de diámetro teórico:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}000146}{3{,}1416 \times 1{,}0}} = 0{,}0136 \text{ m} = 13{,}6 \text{ mm}$$

Por tanto, el diámetro teórico mínimo para el sector norte es de 14 mm. En el diseño se adopta una conducción troncal de PEAD Ø 45 mm y ramales secundarios de PEAD Ø 32 mm, lo que proporciona un amplio margen de seguridad, minimiza las pérdidas de carga y facilita futuras extensiones o maniobras de mantenimiento.

Sector sur

El sector sur comprende las zonas ajardinadas situadas en el entorno de la cafetería, el acerado adyacente, islas del aparcamiento y toda la franja verde que bordea el límite meridional del aparcamiento. El conjunto está compuesto por **12 tilos (Tilia cordata)**, **18 melias (Melia azedarach)**, **44 cipreses (Cupressus sempervirens)** y **69 madroños (Arbutus unedo)**, cuyo riego se realiza mediante goteo autocompensante conectado a la conducción principal procedente de la arqueta de control.

Cálculo del caudal total:

- 12 tilos × 28 l/h = 336 l/h
- 18 melias × 28 l/h = 504 l/h
- 44 cipreses × 28 l/h = 1 232 l/h
- 69 madroños × 8 l/h = 552 l/h

Caudal total sector sur:

Q = 336 + 504 + 1 232 + 552 = **2.624 l/h = 0,729 l/s**

Comprobación del diámetro teórico

Para la comprobación hidráulica se aplica la fórmula de continuidad, tomando una velocidad de cálculo de 1,0 m/s:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}000729}{3{,}1416 \times 1{,}0}} = 0{,}0305\text{m} = 31\ \text{mm}$$

El diámetro teórico mínimo obtenido para el sector sur es de 32 mm. En el diseño se adopta una conducción principal de PEAD Ø 45 mm y ramificaciones secundarias de PEAD Ø 32 mm, que igualan o superan el diámetro calculado y aseguran un funcionamiento hidráulico estable, con pérdidas de carga reducidas y un amplio margen de seguridad frente a futuras ampliaciones o modificaciones de red.

Estas dimensiones garantizan velocidades de circulación inferiores a 1 m/s, sin riesgo de sobrepresión ni de golpe de ariete, manteniendo una presión uniforme en las líneas de goteo y una distribución equilibrada del caudal en toda la zona sur del aparcamiento.

ANEJO Nº12. SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº12. SERVICIOS AFECTADOS

INDICE DE CONTENIDO

1 OBJETO Y ALCANCE 2

2 INVENTARIO DE REDES EXISTENTES 3

3 AFECCIONES DETECTADAS 4

3.1 Red de media tensión aérea 4

3.2 Red de saneamiento unitaria municipal 5

3.3 Red de media tensión (SFM) 6

3.4 Cruce de servicios con cimentaciones y estructuras proyectadas 6

3.5 Criterios para la definición de desvíos, soterramientos y reposiciones de servicios 7

3.6 Medidas de coordinación y seguridad 8

1 OBJETO Y ALCANCE

El presente anejo tiene por objeto identificar, describir y definir las actuaciones necesarias para la correcta gestión de los servicios existentes afectados por las obras comprendidas en el Proyecto Constructivo de Reforma de la Estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo.

Durante la ejecución de las obras previstas, que incluyen la ampliación del aparcamiento, la reforma de los andenes, la implantación de nuevos edificios y la instalación de marquesinas fotovoltaicas, se ven interferidas determinadas infraestructuras de servicio existentes, principalmente líneas eléctricas de media tensión, redes de saneamiento y drenaje y canalizaciones ferroviarias.

El anejo desarrolla, con carácter técnico y descriptivo, las medidas de protección, reposición o adaptación que deben adoptarse para garantizar la continuidad del servicio durante la ejecución de las obras y su plena compatibilidad con las nuevas instalaciones proyectadas.

El alcance del documento comprende:

- La descripción del inventario general de redes presentes en el ámbito de actuación.
- El análisis de las afecciones directas o potenciales sobre dichas redes derivadas de la ejecución del proyecto.
- La definición de las actuaciones correctoras a realizar, incluyendo la reposición, desvío o protección de las infraestructuras afectadas.
- Las medidas de coordinación con los titulares de las redes y las precauciones necesarias para la ejecución segura de los trabajos en su entorno.



Ilustración 1. Ámbito de actuación

2 INVENTARIO DE REDES EXISTENTES

En el ámbito de actuación de la estación de Petra confluyen diversas redes de servicio, tanto de titularidad municipal como ferroviaria y de compañía suministradora. Su identificación y localización ha sido fundamental para el diseño de las obras proyectadas y para la definición de las medidas de protección o reposición que se describen en los apartados siguientes.

A continuación, se resumen las principales infraestructuras existentes:

- **Red de media tensión aérea (compañía distribuidora):** Línea aérea de distribución que atraviesa diagonalmente el aparcamiento actual mediante dos apoyos de hormigón situados dentro de la parcela de SFM.
- **Red de media tensión ferroviaria (SFM):** Canalización soterrada paralela a la vía 2, destinada a las instalaciones de tracción y servicios ferroviarios. Discurre entre la subestación eléctrica y el edificio de enclavamiento, ubicada en la franja de terreno comprendida entre el andén norte y los postes de catenaria.
- **Red de saneamiento unitaria municipal:** Colector existente de PVC de 300 mm que recorre el límite este de la parcela, recogiendo aguas residuales y pluviales. La red mantiene una pendiente suave conforme a la topografía prácticamente horizontal del terreno y enlaza con el colector principal de la calle Guillem Moragues.
- **Red de alumbrado exterior y baja tensión:** Canalizaciones de alumbrado exterior correspondientes al aparcamiento y a los andenes, con varios puntos de conexión al cuadro general de la estación.
- **Red de abastecimiento de agua:** Conducción municipal que discurre por la calle Guillem Moragues.

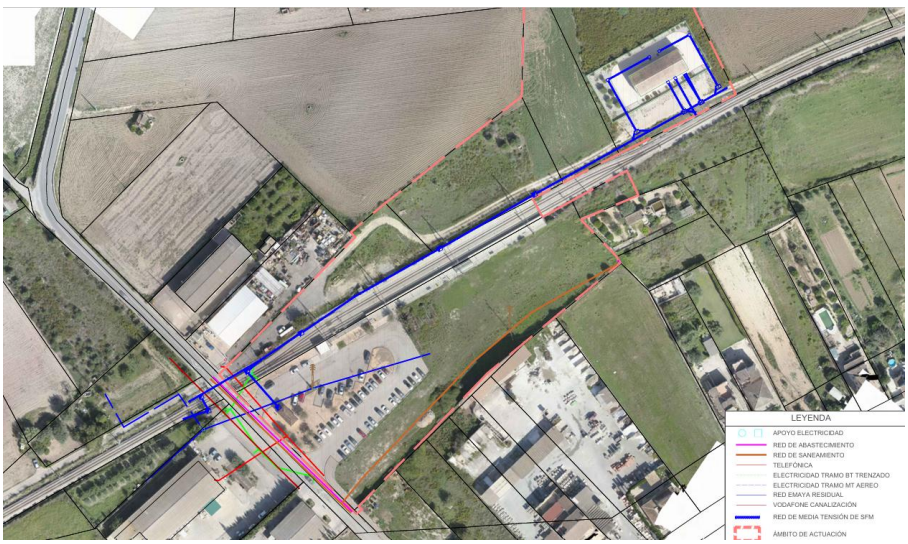


Ilustración 2. Planta redes exiatentes

3 AFECCIONES DETECTADAS

Las obras previstas en el Proyecto Constructivo de la Estación de Petra interfieren parcialmente con algunas de las redes existentes en el ámbito. Las afecciones detectadas se concentran en tres sistemas principales: la línea aérea de media tensión de Endesa, la red de saneamiento unitaria municipal y la canalización soterrada de media tensión ferroviaria (SFM).

En todos los casos, las soluciones adoptadas se orientan a garantizar la seguridad de la obra, la continuidad del servicio y la compatibilidad funcional entre las infraestructuras existentes y las nuevas actuaciones proyectadas.

3.1 Red de media tensión aérea

En la situación actual, la línea aérea de distribución eléctrica de Endesa cruza el aparcamiento de la estación mediante dos apoyos situados en el interior de la parcela. La ejecución de la nueva ordenación del aparcamiento y la instalación de marquesinas fotovoltaicas resultan incompatibles con la permanencia de este tendido aéreo.



Ilustración 3. Red de media tensión proyectada

Por este motivo, se ha proyectado el soterramiento completo de la línea, conforme a la alternativa consensuada entre Endesa y Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

El nuevo trazado se desarrollará por el dominio público de las calles Capellà Penya y Guillem Moragues, bordeando el límite este del ámbito de actuación hasta enlazar con el punto de conexión definido por la compañía distribuidora.

Los trabajos de adecuación y entronque de la red existente serán ejecutados por e-distribución Redes Digitales S.L., propietaria de la instalación, de acuerdo con las condiciones técnico-económicas establecidas en su presupuesto nº 0000878384.

La canalización soterrada se ejecutará mediante zanja de servicio con tubos normalizados de polietileno corrugado 3×1×240 mm² Al 12/20 kV, disponiéndose arquetas de registro y protección de hormigón según normativa de la compañía.

3.2 Red de saneamiento unitaria municipal

El colector existente de PVC Ø 300 mm que discurre por el borde este de la parcela se ve afectado por la nueva configuración del aparcamiento y los viales de acceso. Para garantizar la continuidad hidráulica y mejorar la pendiente de evacuación, se proyecta la reposición completa del tramo interior mediante una nueva conducción de PVC corrugado Ø 400 mm SN-8, trazada bajo el vial de salida del aparcamiento hasta su conexión en el pozo existente en la calle Guillem Moragues.

El trazado incluye pozos de registro intermedios en los cambios de dirección o pendiente, con tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado. La profundidad de excavación variará entre 1,5 y 1,9 m, manteniendo la pendiente media de 0,33 %.

Esta reposición permite disponer de un colector regular en planta y perfil, con capacidad suficiente para la evacuación de las aguas residuales y pluviales del ámbito, garantizando su conexión funcional con la red municipal existente.



Ilustración 4. Red de saneamiento proyectado

3.3 Red de media tensión (SFM)

La red de media tensión ferroviaria, discurre soterrada de forma paralela a la vía 2, en el margen ocupado por el andén norte. Durante la ejecución de la ampliación del andén se prevé la ocupación del espacio en planta donde discurre dicha canalización. El trazado de la línea no se verá afectado directamente, dado que su cota se sitúa por debajo del nivel de cimentación del nuevo andén.

No obstante, el pozo de registro existente asociado a esta red se prolongará verticalmente hasta alcanzar la cota superior del andén ampliado, garantizando su accesibilidad para futuras operaciones de mantenimiento o reparación.

La prolongación se ejecutará mediante anillo prefabricado de hormigón armado, con escalas galvanizadas ancladas en el paramento del andén proyectado y tapa de registro de fundición dúctil tipo D-400, enrasada con el pavimento.

Con esta actuación se mantiene la integridad de la canalización eléctrica y la posibilidad de registro y ventilación, evitando interferencias con la estructura ampliada y asegurando la continuidad operativa de la red ferroviaria.

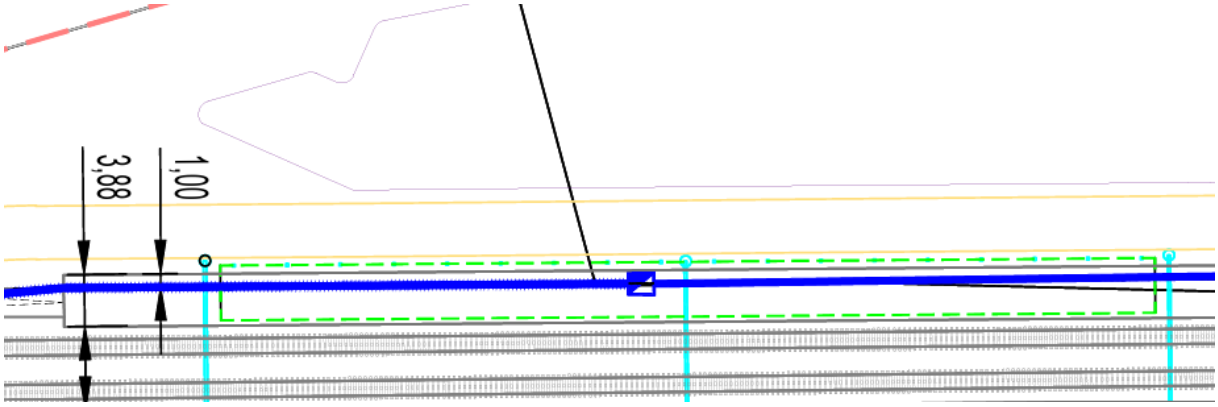


Ilustración 5. Tramo de línea de media tensión afectada.

3.4 Cruce de servicios con cimentaciones y estructuras proyectadas

Durante la redacción del proyecto se ha realizado una verificación específica de la compatibilidad entre las redes de servicios existentes y proyectadas y las nuevas cimentaciones, estructuras y elementos constructivos previstos, con el fin de evitar interferencias durante la ejecución de las obras y en la fase de explotación.

En relación con las marquesinas fotovoltaicas del aparcamiento, se ha comprobado que las canalizaciones eléctricas asociadas a las mismas no discurren soterradas en el ámbito de las zapatas de cimentación. El tendido eléctrico correspondiente a estas instalaciones se proyecta de forma aérea, apoyado sobre la propia estructura de las marquesinas y canalizado por la parte superior de las

cubiertas, por lo que no se producen cruces ni afecciones con las cimentaciones del aparcamiento ni con las redes de drenaje existentes o proyectadas.

En el caso de las marquesinas del andén, se ha verificado que las zapatas de cimentación proyectadas no interfieren con las redes de servicios existentes en el entorno inmediato, en particular con la canalización soterrada de media tensión ferroviaria y con el resto de conducciones identificadas en el inventario de redes. Las cimentaciones se han definido respetando las distancias de seguridad y las cotas de las infraestructuras existentes, garantizando que no se producen afecciones directas ni compromisos estructurales sobre dichas redes.

Asimismo, se ha comprobado que el trazado de las redes de drenaje y saneamiento proyectadas no entra en conflicto con las cimentaciones previstas para las marquesinas, edificios y ampliación de andenes, manteniéndose una adecuada separación en planta y en alzado que permite su correcta ejecución, mantenimiento y explotación futura.

Como resultado de esta verificación, se concluye que, con la información disponible y la definición actual del proyecto, no se producen cruces conflictivos entre servicios y nuevas cimentaciones, quedando garantizada la compatibilidad entre las infraestructuras existentes, las redes proyectadas y las estructuras definidas en el proyecto, sin necesidad de desvíos adicionales ni medidas correctoras específicas más allá de las ya descritas en los apartados anteriores del presente anejo.

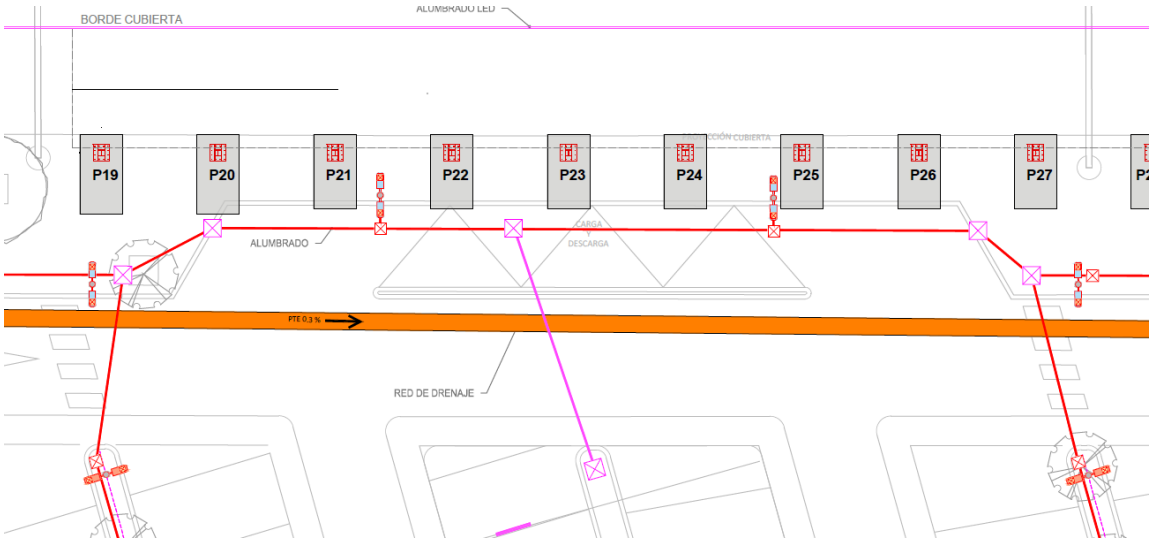


Ilustración 6. Verificación compatibilidad de red de alumbrado con cimentación (Marquesinas andén)

3.5 Criterios para la definición de desvíos, soterramientos y reposiciones de servicios

La definición de desvíos, soterramientos o reposiciones de servicios se ha abordado en el presente proyecto atendiendo a criterios técnicos de compatibilidad con las actuaciones proyectadas,

minimización de afecciones a las infraestructuras existentes y mantenimiento de la funcionalidad de los servicios durante la ejecución de las obras.

Con carácter general, el proyecto prioriza la conservación de los trazados existentes, siempre que estos resulten compatibles con las nuevas estructuras, cimentaciones y redes proyectadas. Únicamente se contempla la ejecución de desvíos o reposiciones cuando la afección resulte inevitable o comprometa la seguridad, la durabilidad de las obras o la correcta explotación de las infraestructuras ferroviarias y de servicio.

En el caso de las redes eléctricas asociadas a las marquesinas fotovoltaicas del aparcamiento, se ha optado por una solución de tendido aéreo integrado en la propia estructura de las marquesinas, evitando la ejecución de canalizaciones soterradas en el ámbito de las zapatas y reduciendo así la necesidad de desvíos de servicios existentes. Esta solución permite, además, una mayor accesibilidad para las labores de mantenimiento y una clara separación respecto a las redes enterradas.

Respecto a los servicios próximos a las marquesinas del andén, se ha verificado que las cimentaciones proyectadas no interfieren con las canalizaciones existentes, por lo que no se prevén desvíos ni soterramientos adicionales. En aquellos puntos donde las redes existentes discurren en proximidad a nuevas estructuras, se mantienen las distancias de seguridad necesarias y se adoptan soluciones constructivas que evitan afecciones directas.

Las reposiciones de servicios que pudieran verse afectadas de forma puntual durante la ejecución de las obras se realizarán respetando las trazas originales siempre que sea posible, manteniendo las condiciones funcionales y de servicio previas a la actuación. En caso de ser necesaria una modificación puntual del trazado, esta se definirá con carácter previo a su ejecución, de acuerdo con los criterios establecidos en el presente anejo y previa coordinación con la Dirección Facultativa y los organismos o compañías titulares de los servicios afectados.

En todo caso, la definición detallada de desvíos provisionales, soterramientos puntuales o reposiciones definitivas que pudieran surgir durante la ejecución de los trabajos se realizará en fase de obra, a partir de la comprobación exacta de la posición y cota de los servicios existentes, y será objeto de aprobación expresa por parte de la Dirección Facultativa y, cuando proceda, por los titulares de las redes afectadas.

3.6 Medidas de coordinación y seguridad

La ejecución de las actuaciones previstas sobre los servicios existentes requiere una planificación específica que garantice la seguridad de los trabajos y la coordinación con los titulares de las redes afectadas, evitando interrupciones del servicio y riesgos para el personal o las instalaciones.

Coordinación con compañías y organismos titulares

ANEJO Nº12. SERVICIOS AFECTADOS

Antes del inicio de las obras se confirmará sobre el terreno la posición exacta de todas las conducciones mediante medios de detección adecuados. Los trabajos que afecten a redes activas deberán realizarse siempre en presencia o bajo supervisión de los técnicos designados por las entidades titulares:

- **Endesa – eDistribución Redes Digitales S.L.**, para la línea aérea de media tensión a soterrar.
- **Ayuntamiento de Petra**, para la red de saneamiento municipal.
- **Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM)**, para la red de media tensión ferroviaria y demás instalaciones vinculadas al servicio ferroviario.

Ninguna manipulación, desmontaje o conexión de elementos de estas redes podrá efectuarse sin autorización expresa del titular correspondiente.

Seguridad en la ejecución de obras próximas a conducciones

Durante las excavaciones y movimientos de tierra se mantendrán distancias mínimas de seguridad respecto a las conducciones activas, conforme a las prescripciones de cada titular. Las zanjas y registros se señalizarán mediante vallado perimetral, balizamiento nocturno y señalización provisional de obra, de acuerdo con el Manual de Señalización de Obras Fijas del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. El personal de obra recibirá instrucciones específicas sobre la localización de los servicios existentes y las limitaciones de maquinaria pesada en sus proximidades.

Protección temporal y restitución final

En aquellos puntos donde sea necesario mantener en servicio las instalaciones durante la ejecución de los trabajos, se adoptarán protecciones temporales mediante planchas, cubriciones o encamisados, garantizando su estabilidad y accesibilidad. Finalizadas las obras, todas las redes y elementos afectados serán restituidos a su estado funcional original o al nuevo definido en el proyecto, conforme a las condiciones técnicas y de inspección establecidas por los organismos competentes.

Todas estas medidas están desarrolladas en el anejo de seguridad y salud del presente proyecto.

ANEJO Nº13. SITUACIONES PROVISIONALES

ANEJO Nº13. SITUACIONES PROVISIONALES

INDICE DE CONTENIDO

1 OBJETIVO Y ALCANCE....2
2 CRITERIOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN 3
3 CIRCULACIÓN FERROVIARIA....4
4 TRÁFICO RODADO Y ACCESOS 5
5 COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO 6

1 OBJETIVO Y ALCANCE

El presente anejo tiene por objeto definir las situaciones provisionales que deberán implantarse durante la ejecución de las obras del Proyecto Constructivo de Reforma de la Estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo, estableciendo las condiciones necesarias para garantizar en todo momento la seguridad de las circulaciones ferroviarias y del tráfico rodado en los tramos afectados.

Las obras previstas se desarrollan en el entorno inmediato de la estación ferroviaria de Petra, en una zona en la que confluyen la explotación ferroviaria en servicio, los viales de acceso a la estación y las parcelas colindantes de uso público y privado, por lo que resulta imprescindible coordinar la ejecución de los trabajos con la actividad habitual de la infraestructura.

El desarrollo de las obras deberá realizarse sin interrupción del servicio ferroviario ni afección significativa al tráfico de vehículos y peatones, manteniendo la operatividad funcional de la estación y el acceso a las fincas colindantes durante todas las fases de ejecución.

Para ello, se establecerá una planificación por fases que permita compatibilizar las tareas de construcción con la prestación del servicio ferroviario y el tránsito de usuarios, definiendo previamente las medidas temporales de señalización, balizamiento y protección que aseguren la integridad de los trabajadores, de los usuarios y de las instalaciones existentes.

El presente anejo tiene por alcance la determinación de los criterios generales de organización de obra, control de accesos y señalización provisional, así como la necesidad de elaborar, antes del inicio de los trabajos, un plan de coordinación específico que detalle las condiciones de ejecución en cada fase y las medidas de seguridad a adoptar, en conformidad con los criterios de Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM) y la Dirección Facultativa.

2 CRITERIOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN

En el presente anejo se establece una planificación general de las situaciones provisionales, adecuada al alcance y naturaleza de las actuaciones previstas. **El proyecto no requiere una planificación compleja de fases constructivas, dado que las obras no presentan una complejidad significativa** ni afecciones estructurales críticas sobre la explotación ferroviaria, pudiendo organizarse mediante medidas estándar de coordinación y señalización en obra.

No obstante, las fases concretas de ejecución, su duración exacta, los posibles desvíos provisionales, las afecciones puntuales sobre accesos, andenes o servicios, así como la coordinación detallada con el servicio ferroviario, se definirán durante la ejecución de las obras mediante la elaboración de un **Plan de Coordinación de Situaciones Provisionales**, que será redactado por el contratista, supervisado por la Dirección Facultativa y sometido a la aprobación de Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

Dicho plan permitirá adaptar la organización de los trabajos a las condiciones reales de obra y a la programación definitiva de los servicios ferroviarios, garantizando en todo momento la seguridad de las circulaciones, de los usuarios y del personal, así como la continuidad funcional de la estación durante la ejecución de las actuaciones.

La planificación de las obras se realizará de forma que se garantice, en todo momento, la compatibilidad entre la ejecución de los trabajos y el mantenimiento de los servicios ferroviarios y del tráfico rodado en el entorno de la estación. Dada la localización de las actuaciones en un ámbito con tránsito constante de pasajeros, vehículos y personal de mantenimiento ferroviario, la ejecución deberá organizarse en fases sucesivas e independientes, que permitan intervenir por zonas reducidas sin comprometer la seguridad ni la operatividad del conjunto.

El **Plan de Coordinación de Situaciones Provisionales**, que deberá elaborarse con carácter previo al inicio de los trabajos, establecerá los procedimientos, fases y medidas específicas necesarias para garantizar la convivencia entre las obras y la explotación ferroviaria, e incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

- **Definición de las fases de obra y zonas de intervención**, indicando los periodos de ejecución y las limitaciones de acceso en cada una.
- **Identificación de itinerarios** seguros para peatones, pasajeros y vehículos, manteniendo en todo momento los accesos principales a la estación y a las propiedades colindantes.
- **Ubicación de áreas de acopio**, maquinaria y casetas de obra, garantizando que queden fuera de la franja de dominio ferroviario y sin interferir con líneas eléctricas o canalizaciones existentes.
- **Medidas de señalización y balizamiento temporal**, tanto ferroviario como viario, conforme al Manual de Señalización de Obras del MITMA y a las normas internas de SFM.

- **Coordinación de trabajos en horario diurno y nocturno**, priorizando las tareas de mayor afección en periodos de menor tránsito ferroviario o de pasajeros.
- **Protocolos de comunicación y supervisión entre la dirección de obra**, el responsable de seguridad y los servicios de explotación ferroviaria, con objeto de anticipar cualquier incidencia o modificación de fase.

El cumplimiento de este plan tendrá carácter obligatorio y su seguimiento se verificará mediante reuniones periódicas de coordinación entre la empresa constructora, la Dirección Facultativa y los responsables de SFM, quienes podrán adaptar las medidas previstas a las condiciones reales de la obra.

En todo caso, la planificación adoptada deberá garantizar que las circulaciones ferroviarias, los accesos de vehículos y los itinerarios peatonales se mantengan operativos durante toda la ejecución, adoptando las medidas provisionales necesarias para conservar las condiciones adecuadas de seguridad, accesibilidad y señalización.

3 CIRCULACIÓN FERROVIARIA

Durante toda la ejecución de las obras deberá garantizarse la continuidad del servicio ferroviario en la estación de Petra. El proyecto se desarrollará en coexistencia con la explotación ferroviaria, por lo que no se prevén cortes ni alteraciones en las circulaciones de trenes.

Las actuaciones en las proximidades de las vías especialmente en el entorno de los andenes, marquesinas y conducciones eléctricas de media tensión requerirán una coordinación permanente con los servicios técnicos de SFM, de modo que se asegure la compatibilidad entre los trabajos y las operaciones de transporte de pasajeros.

En este sentido, se establecerán las siguientes medidas generales:

- **Planificación horaria de los trabajos**: Las tareas que impliquen la presencia de maquinaria o personal en zonas próximas a la vía deberán programarse fuera de los horarios de paso de trenes o en las franjas de menor frecuencia de circulación, previa autorización de SFM.
- **Delimitación física de las zonas de obra**: Se instalarán vallados, balizas y señalización temporal para separar las áreas de trabajo del dominio ferroviario. Las protecciones deberán ser continuas, estables y resistentes, evitando cualquier riesgo de invasión accidental de la vía.
- **Control de acceso y supervisión de personal**: Únicamente el personal autorizado podrá acceder a las zonas próximas a la vía. Todo el personal deberá recibir formación específica en materia de seguridad ferroviaria y trabajos en proximidad a catenaria o vía electrificada, de acuerdo con los protocolos de SFM.
- **Movimientos de maquinaria y materiales**: No se permitirá la circulación ni el estacionamiento

de maquinaria dentro del gálibo de seguridad de la vía. Los acopios y operaciones de carga o descarga se realizarán en zonas alejadas del trazado ferroviario, garantizando siempre la visibilidad y el control del operador.

- **Señalización ferroviaria provisional**: En caso de ser necesario, SFM dispondrá señalización temporal o restricciones puntuales bajo supervisión de su personal técnico, con el objetivo de advertir a los maquinistas de la existencia de obras próximas a la vía.
- **Protección de las instalaciones eléctricas y de comunicación**: Se adoptarán medidas de protección frente a golpes, vibraciones o contactos accidentales con los equipos de catenaria, canalizaciones o cableado ferroviario, manteniendo las distancias reglamentarias establecidas en las normas internas de SFM.

Con estas medidas, las obras podrán desarrollarse garantizando la seguridad de las circulaciones ferroviarias, sin interferir con la prestación del servicio ni comprometer la integridad de las instalaciones existentes.

4 TRÁFICO RODADO Y ACCESOS

Durante la ejecución de las obras deberá mantenerse la accesibilidad al entorno de la estación de Petra, garantizando en todo momento la circulación segura de vehículos y peatones, así como el acceso a las fincas colindantes y dependencias ferroviarias.

El ámbito cuenta con viales de acceso y salida desde la calle Guillem Moragues y la calle del Capellà Penya, que deberán permanecer operativos durante las diferentes fases de la obra, con las adaptaciones temporales necesarias para compatibilizar los trabajos con el tránsito habitual.

Las actuaciones se desarrollarán siguiendo los criterios que se indican a continuación:

- **Mantenimiento de la circulación general:** No se prevén cortes totales de tráfico en los viales adyacentes. En los puntos donde sea necesario ocupar parcialmente la calzada para la ejecución de canalizaciones o acometidas, se habilitarán desvíos provisionales o pasos alternativos regulados, manteniendo siempre un carril en servicio.
- **Accesos a la estación y aparcamiento:** El acceso principal de vehículos y peatones a la estación se mantendrá operativo en todo momento. Cuando sea imprescindible intervenir sobre alguno de los viales de entrada o salida del aparcamiento, se habilitará un acceso alternativo señalizado, garantizando la comunicación con la estación y las zonas de parada de transporte público.
- **Itinerarios peatonales:** Se dispondrán pasillos peatonales provisionales claramente delimitados mediante vallas y señalización reflectante, con anchura mínima libre de 1,20 m y pavimento estable y antideslizante. En los cruces con zonas de obra se ejecutarán pasos

sobreelevados o señalizados con prioridad peatonal, garantizando el acceso de personas con movilidad reducida.

- **Señalización temporal:** Todas las modificaciones provisionales de tráfico se señalizarán conforme al Manual de Señalización de Obras Fijas del MITMA, empleando señales verticales, balizamiento luminoso y paneles informativos. En los tramos de menor visibilidad o durante trabajos nocturnos se reforzará la iluminación de las zonas de paso mediante proyectores portátiles o balizas luminosas intermitentes.
- **Acceso a propiedades colindantes:** Las parcelas privadas situadas en el límite este de la estación disponen de servidumbre de paso a través de terrenos de SFM. Dicho acceso se mantendrá habilitado durante toda la obra, previendo pasos provisionales cuando las tareas afecten temporalmente al trazado actual.
- **Seguridad y señalización en horarios nocturnos:** Los trabajos que se ejecuten fuera del horario diurno deberán contar con iluminación suficiente en las zonas de tránsito y señalización luminosa visible desde los accesos principales, evitando cualquier interferencia con la circulación de trenes o vehículos.

La organización del tráfico provisional y los desvíos se definirán en detalle en el Plan de Coordinación de Situaciones Provisionales, que será revisado y aprobado por la Dirección Facultativa y por Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM) antes del inicio de las obras.

5 COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

La correcta ejecución de las situaciones provisionales durante las obras requerirá una coordinación continua entre la empresa contratista, la Dirección Facultativa y los servicios técnicos de Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM), de manera que en todo momento se asegure la compatibilidad entre los trabajos y la explotación ferroviaria.

Durante la ejecución, se establecerá un seguimiento periódico de las situaciones provisionales, que incluirá visitas de inspección conjuntas de la Dirección Facultativa y del personal técnico de SFM. Estas reuniones permitirán verificar la correcta implantación de las medidas de seguridad, la adecuación de las fases de obra al plan aprobado y la actualización de la planificación cuando las condiciones de la obra lo requieran.

Toda modificación que afecte a la seguridad o a la operatividad de la estación deberá ser autorizada previamente por SFM y reflejada en un documento complementario del plan aprobado.

Finalizadas las obras, se procederá a la retirada ordenada de todas las medidas provisionales, restituyendo la señalización definitiva y los itinerarios de tráfico y circulación ferroviaria previstos en el proyecto, de forma que la estación recupere su funcionamiento normal con las nuevas instalaciones plenamente operativas.

ANEJO Nº14. INCIDENCIA URBANÍSTICA

ANEJO Nº14. INCIDENCIA URBANÍSTICA

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2
2 CLASIFICACIÓN 2
3 PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE 3
4 PLAN TERRITORIAL INSULAR 4
5 PLAN ESPECIAL DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA 6

1 INTRODUCCIÓN

El municipio de Petra cuenta con Normas Subsidiarias aprobadas en marzo 1995. En el año 2024 el municipio ha llevado a cabo un Plan de Movilidad Urbana Sostenible.

Se describe a continuación las determinaciones que afectan a la zona de estudio.

2 CLASIFICACIÓN

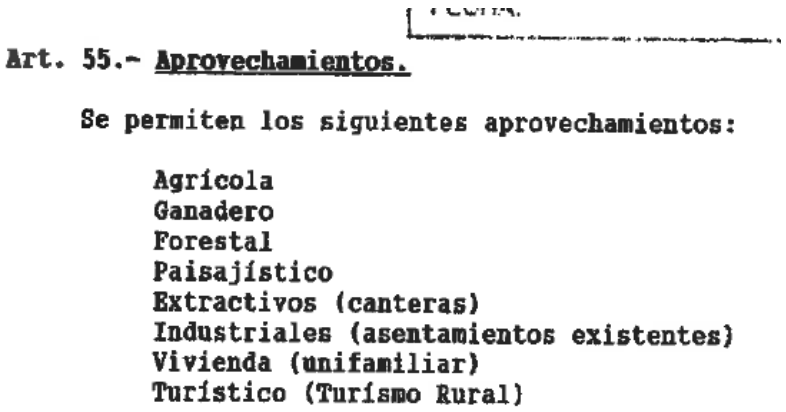
Según el MUIB (Mapa Urbanístico de las Islas Baleares) el suelo donde se encuentra la estación de Petra es suelo rústico:



Ilustración 1. Clasificación

Clasificado como SRG-AR-AR (Suelo Rústico Régimen General).

Los aprovechamientos permitidos son:



Art. 55.- Aprovechamientos.

Se permiten los siguientes aprovechamientos:

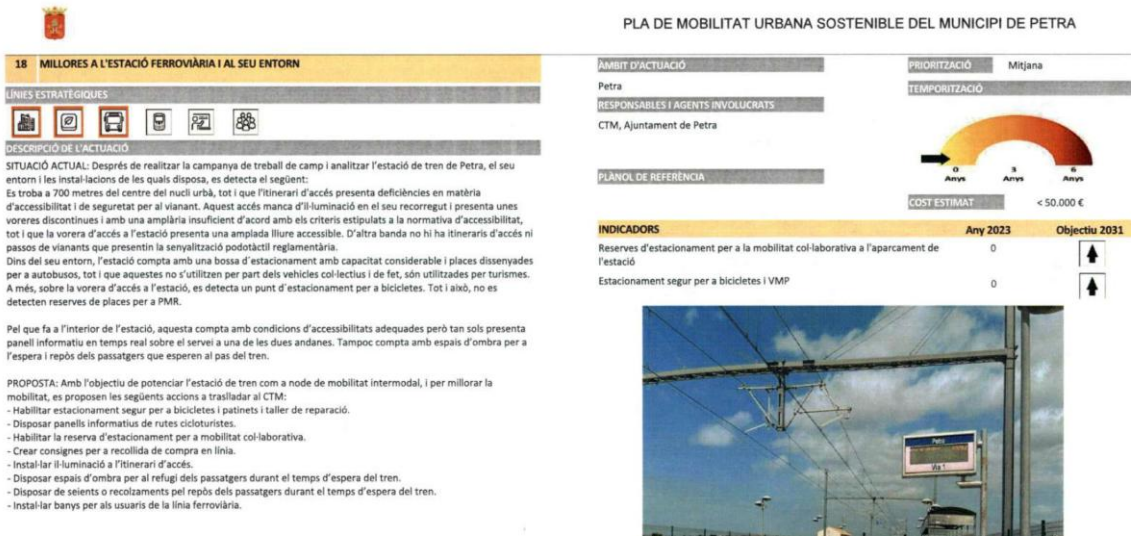
Agrícola
Ganadero
Forestal
Paisajístico
Extractivos (canteras)
Industriales (asentamientos existentes)
Vivienda (unifamiliar)
Turístico (Turismo Rural)

Ilustración 2. NN.SS. Aprovechamientos en suelo rústico

3 PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

El municipio tiene un PMUS elaborado en el año 2024 que propone Mejoras en la estación y su entorno:

- Habilitar estacionamiento de bicicletas, patinetes y taller de reparación
- Disponer de paneles informativos de rutas cicloturísticas
- Habilitar estacionamientos para movilidad colaborativa
- Crear consignas para la recogida de compra en línea
- Instalar iluminación en el itinerario de acceso
- Disponer espacios de sombra para refugio de los pasajeros durante el tiempo de espera
- Instalar baños para los usuarios



PLA DE MOBILITAT URBANA SOSTENIBLE DEL MUNICIPI DE PETRA

18 MILLORES A L'ESTACIÓ FERROVIÀRIA I AL SEU ENTORN

LÍNIES ESTRATÈGIQUES

DESCRIPCIÓ DE L'ACTUACIÓ

SITUACIÓ ACTUAL: Després de realitzar la campanya de treball de camp i analitzar l'estació de tren de Petra, el seu entorn i les instal·lacions de les quals disposa, es detecta el següent:
Es troba a 700 metres del centre del nucli urbà, tot i que l'itinerari d'accés presenta deficiències en matèria d'accessibilitat i de seguretat per al vianant. Aquest accés manca d'il·luminació en el seu recorregut i presenta unes voreres discontinues i amb una amplària insuficient d'acord amb els criteris estipulats a la normativa d'accessibilitat, tot i que la vorera d'accés a l'estació presenta una amplada lliure accessible. D'altra banda no hi ha itineraris d'accés ni passos de vianants que presentin la senyalització podotàctil reglamentària.
Dins del seu entorn, l'estació compta amb una bossa d'estacionament amb capacitat considerable i places dissenyades per a autobusos, tot i que aquestes no s'utilitzen per part dels vehicles col·lectius i de fet, són utilitzades per turismes. A més, sobre la vorera d'accés a l'estació, es detecta un punt d'estacionament per a bicicletes. Tot i això, no es detecten reserves de places per a PMR.

Pel que fa a l'interior de l'estació, aquesta compta amb condicions d'accessibilitats adequades però tan sols presenta panell informatiu en temps real sobre el servei a una de les dues andanes. Tampoc compta amb espais d'ombra per a l'espera i repòs dels passatgers que esperen al pas del tren.

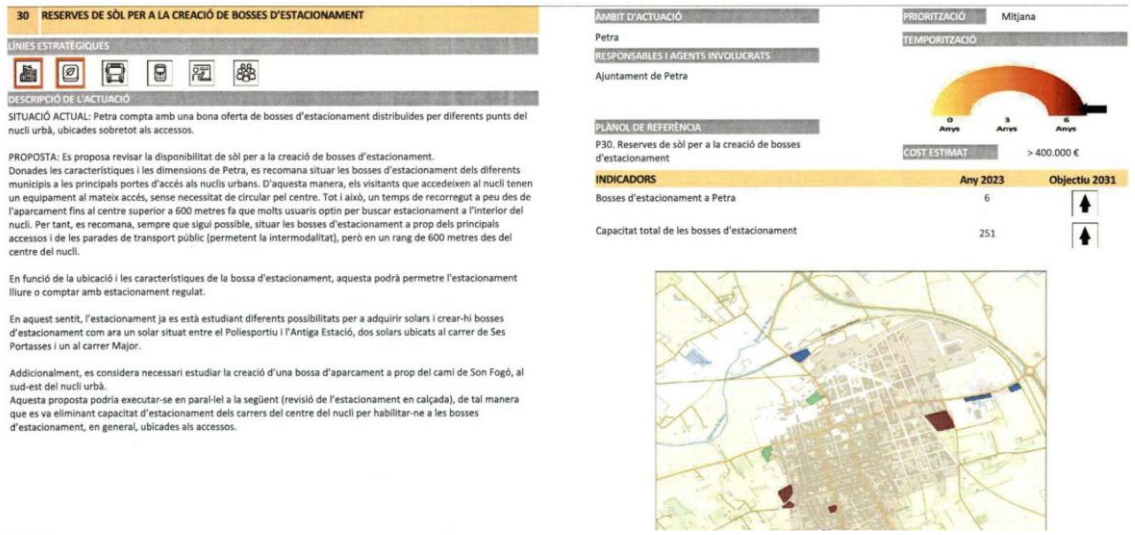
PROPOSTA: Amb l'objectiu de potenciar l'estació de tren com a node de mobilitat intermodal, i per millorar la mobilitat, es proposen les següents accions a traslladar al CTM:
- Habilitar estacionament segur per a bicicletes i patinets i taller de reparació.
- Disposar panells informatius de rutes cicloturistes.
- Habilitar la reserva d'estacionament per a mobilitat col·laborativa.
- Crear consignes per a recollida de compra en línia.
- Instal·lar il·luminació a l'itinerari d'accés.
- Disposar espais d'ombra per al refugi dels passatgers durant el temps d'espera del tren.
- Disposar de seients o recolzaments pel repòs dels passatgers durant el temps d'espera del tren.
- Instal·lar banys per als usuaris de la línia ferroviària.

ÀMBIT D'ACTUACIÓ: Petra
PRIORITZACIÓ: Mitjana
TEMPORITZACIÓ: 0 Anys, 3 Anys, 6 Anys
RESPONSABLES I AGENTS INVOLUCRATS: CTM, Ajuntament de Petra
PLÀNOL DE REFERÈNCIA
COST ESTIMAT: < 50.000 €

INDICADORS	Any 2023	Objectiu 2031
Reserves d'estacionament per a la mobilitat col·laborativa a l'aparcament de l'estació	0	↑
Estacionament segur per a bicicletes i VMP	0	↑

Ilustración 3. Página del PMUS. Mejoras en la estación

Y en la propuesta de reserva de suelo para estacionamientos cuenta con la bolsa de aparcamientos de la estación:



30 RESERVES DE SÒL PER A LA CREACIÓ DE BOSSES D'ESTACIONAMENT

LÍNIES ESTRATÈGIQUES

DESCRIPCIÓ DE L'ACTUACIÓ

SITUACIÓ ACTUAL: Petra compta amb una bona oferta de bosses d'estacionament distribuïdes per diferents punts del nucli urbà, ubicades sobretot als accessos.

PROPOSTA: Es proposa revisar la disponibilitat de sòl per a la creació de bosses d'estacionament.
Donades les característiques i les dimensions de Petra, es recomana situar les bosses d'estacionament dels diferents municipis a les principals portes d'accés als nuclis urbans. D'aquesta manera, els visitants que accedeixen al nucli tenen un equipament al mateix accés, sense necessitat de circular pel centre. Tot i això, un temps de recorregut a peu des de l'aparcament fins al centre superior a 600 metres fa que molts usuaris optin per buscar estacionament a l'interior del nucli. Per tant, es recomana, sempre que sigui possible, situar les bosses d'estacionament a prop dels principals accessos i de les parades de transport públic (permetent la intermodalitat), però en un rang de 600 metres des del centre del nucli.

En funció de la ubicació i les característiques de la bossa d'estacionament, aquesta podrà permetre l'estacionament lliure o comptar amb estacionament regulat.

En aquest sentit, l'estacionament ja es està estudiant diferents possibilitats per a adquirir solars i crear-hi bosses d'estacionament com ara un solar situat entre el Poliesportiu i l'Antiga Estació, dos solars ubicats al carrer de Ses Portasses i un al carrer Major.

Addicionalment, es considera necessari estudiar la creació d'una bossa d'aparcament a prop del camí de Son Fogó, al sud-est del nucli urbà.
Aquesta proposta podria executar-se en paral·lel a la següent (revisió de l'estacionament en calçada), de tal manera que es va eliminant capacitat d'estacionament dels carrers del centre del nucli per habilitar-ne a les bosses d'estacionament, en general, ubicades als accessos.

ÀMBIT D'ACTUACIÓ: Petra
PRIORITZACIÓ: Mitjana
TEMPORITZACIÓ: 0 Anys, 3 Anys, 6 Anys
RESPONSABLES I AGENTS INVOLUCRATS: Ajuntament de Petra
PLÀNOL DE REFERÈNCIA: P30. Reserves de sòl per a la creació de bosses d'estacionament
COST ESTIMAT: > 400.000 €

INDICADORS	Any 2023	Objectiu 2031
Bosses d'estacionament a Petra	6	↑
Capacitat total de les bosses d'estacionament	251	↑

Ilustración 4. Reserva de suelo para estacionamiento del PMUS

4 PLAN TERRITORIAL INSULAR

El Pleno del Consell de Mallorca en sesión llevada a término el día 11 de mayo de 2023 adoptó el acuerdo de la aprobación definitiva de la Modificación núm. 3 del Plan territorial de Mallorca.

La zona de estudio se encuentra dentro del Área de transición AT en el Plano Áreas de Desarrollo urbano y categorías de suelo rústico:

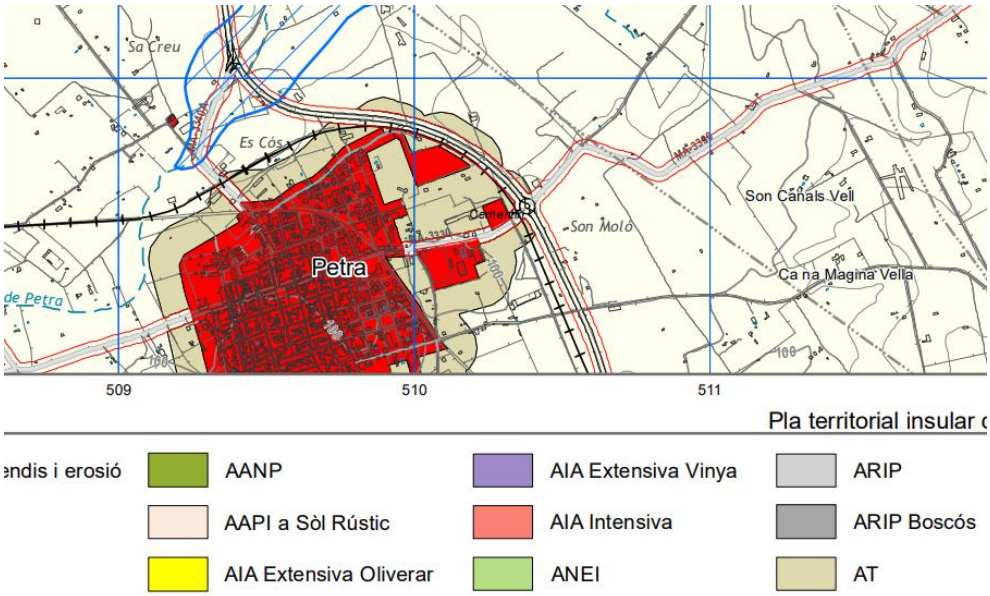


Ilustración 5. Plan territorial insular. Categorías de Suelo rústico

En las Normas se remite al Anexo I de la Ley 6/1999, de 3 de abril, de las directrices de ordenación territorial de las Islas Baleares que establece la Matriz de ordenación del suelo rústico para AT se permiten infraestructuras según lo indicado en el Plan Territorial Insular norma 19.2.c. Según esta en las áreas de transición se condiciona el uso a que sean entre otras, tipo E-1 “pequeñas infraestructuras”.

En la Norma 54 “Propuestas relativas a intermodalidad en el transporte” (EI) se indica:

3. Los planeamientos urbanísticos, de acuerdo con las políticas de movilidad urbana sostenible, deberán procurar la reducción de la ocupación sobre el terreno del espacio público de los centros urbanos por los vehículos automóviles mediante la implantación de aparcamientos alternativos.

Para su localización y diseño se deberán adoptar criterios que faciliten una adecuada intermodalidad, y una calidad en su ejecución que atienda a su impacto en el acceso a los núcleos, su tratamiento vegetal y paisajístico y su potencial como zona de producción de energía renovable.

En el mismo apartado se permite el uso condicionado a que se justifique la necesidad de ocupar esa zona a las infraestructuras del tipo *E-5, grandes instalaciones técnicas de servicios de carácter no lineal, siempre que sean grandes superficies de estacionamiento de vehículos al aire libre de titularidad pública, infraestructuras hidráulicas, energéticas y de tratamiento de residuos*.

La planta fotovoltaica se engloba en el grupo de infraestructuras E-5 y se justifica la ocupación por estar ubicado junto a la subestación eléctrica y línea de alimentación de media tensión del transporte ferroviario.

5 PLAN ESPECIAL DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA

El Consell ha elaborado un PLAN DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA Y FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE ESTACIONAMIENTOS DE INTERCAMBIO MODAL (PEIM), en el documento de segunda aprobación inicial, Anexo 1 Fichas de estacionamiento de intercambio modal existente, se contempla el aparcamiento de la estación de Petra para su adecuación.

El Plan propone la siguiente ordenación del aparcamiento:

Ordenació Proposada				
Qualificació proposada	**Superfície (m^2)**			
SEIMIS	3.300			
Places mínimes estimades	**Total**	**Cotxe**	**PMR**	**Motos**
Actual	64	64	0	0
Projectades	63	58	2	3
Vehicle elèctric	4	4	0	0
Total	**67**	**62**	**2**	**3**
Bicicletes	6			

Ilustración 6. Ordenación propuesta aparcamiento Petra PEIM

En el presente proyecto las plazas proyectadas superan las previstas en el PEIM:

Tipo de Vehículo	Número
Bicicletas	15
Patinetes	10
Motos	10
Vehículos	170
General	155
Puntos de recarga de vehículos eléctricos	6
Reservados PMR	5
Car sharing	4

La ficha describe que no hay figuras de protección ambiental o de riesgo.

La aptitud para la instalación de placas fotovoltaicas es alta.

ANEJO Nº14. INCIDENCIA URBANÍSTICA

En cuanto a los niveles de iluminación, el nivel establecido es E2 de acuerdo con la Ley 3/2005. Zona E2 - Áreas de baja brillo: corresponde a una franja de 5 km medida desde el límite de las zonas E1, así como todas las zonas ubicadas dentro de las restantes categorías de suelo rústico. Áreas incluidas en ámbitos territoriales que sólo admiten un brillo reducido, fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales.

La unidad de paisaje es el Pla.

La vegetación apta se ha tenido en cuenta en la definición de plantaciones del presente proyecto.

El Plan recomienda la adopción de Sistemas de drenaje sostenible (SUDS)

Estacionament existent Estació de Petra
Fitxa Técnica — Nº Fitxa: 13.2

Dades Generals

Dades de la Finca

Ubicació	C. Guillem Moragues	P.K. / Nº:	s/n
Municipi	Petra		
Sup. carto. (m²):	3.300	CP:	07520
Ref. Cadastral:	07041A00700360		
Coord. X (m):	509.475	FUS	UTM 31
Coord. Y (m):	4.385.328		

Classificació vigent Municipal

Sòl Rústic Agricola - Ramadera	3.300	100%	

Qualificació	Superficie (m²)	%
Sòl Rústic Agricola - Ramadera	3.300	100%

Ordenació Proposada

Qualificació proposada	Superficie (m²)
SEIMIS	3.300

Places mínimes estimades	Total	Cotxe	PMR	Motos
Actual	64	64	0	0
Projectades	63	58	2	3
Vehicle elèctric	4	4	0	0
Total	**67**	**62**	**2**	**3**
Bicicletes	6			

Paràmetres d'ordenació	m²
Edificabilitat màxima	150
Ocupació màxima espai aparcament	3.300
Ocupació màxima pavimentada	3.300
Ocupació mínima espai lliures	125
Ocupació màxima generació energia	100

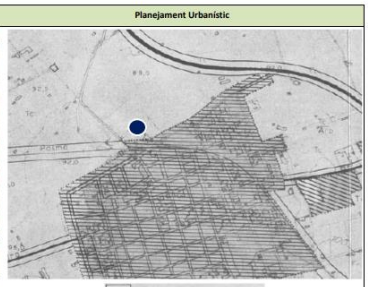
Serveis-Usos	Disponibilitat	Sup. màx. (m²)
Aparcament Intermodal	SI	3.300
Serveis a la mobilitat	SI	100
Serveis a les persones	SI	50
Serveis energètics	SI	100
Zones amb vegetació	NO	125

Determinacions - Recomanacions

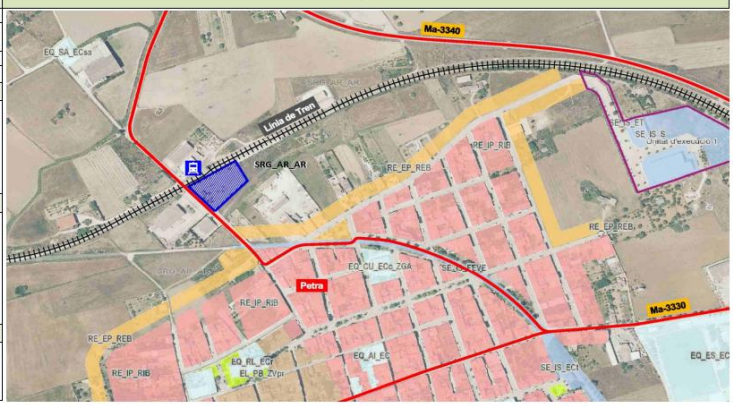
Vista Aèria



Planejament Urbanístic



Situació



ANEJO Nº14. INCIDENCIA URBANÍSTICA

Estacionament existent Estació de Petra Fitxa Ambiental				Nº Fitxa	13.3
Afeccions					
Tipologia		**Superfície (m²)**	**%**		
Sense afeccions*		3.300	100%		
* En referencia a figures LEN i altres figures de protecció ambiental o de risc					
Característiques d' abastament energètic per renovables					
Aplica article 53, de la llei 10/2019, d'obligatorietat de comptar amb plaques fotovoltaiques en sòl urbà, per ser un aparcament públic de més de 1000 m²			Recomanació de comptar amb plaques fotovoltaiques en sòl rústic, per ser un aparcament de més de 1000 m² sense condicionants ambientals		SÍ
Aptitud Inst. Fotovoltaiques	Alta		Superfície màxima proposada per a plaques fotovoltaiques (%)		4%
Estimació de consum energia (kw/ dia)	208		Estimació energia verda generada (kw/ dia)		225
Il·luminació					
Zona per a nivells d'il·luminació, d'acord amb Llei 3/2005	E2	Àrees de baixa brillantor			
Generalitats					
S'han de complir les especificacions de la Norma 44 de la modificació nº3 del PTIM en el disseny i selecció de lluminàries, tenint en compte la classificació de la zona del mateix pla.					
Condicionants de integració paisatgística					
Unitat de Paisatge	UP 9: Pla	Protecció especial	-		
Descripció de l'entorn					
Aparcament a les afores del nucli urbà de Petra, front a les vies del tren. Entorn urbà - agrícola. Multitut de cultius a les proximitats. Paissatge obert.					
Vegetació					
Tipus de vegetació		**Espècies aptes**			
Arbustos integrats amb les espècies locals		Chamaerops humilis / Buxus sempervirens / Ampelodesmes mauritanicus / Arbutus unedo			
Arbres autòctons de fullatge dens per proveir ombra a espais oberts		Pinus halepensis var. Cecilliae / Pinus pinea / Acer opalus			
Altres arbres de fullatge dens per proveir ombra a espais oberts		Quercus pubescents / Celtis australis / Tilia tomentosa			
Enfiladissa resistent a nivells alts de contaminació que pugui créixer sota llum directa i ombra		Hedera hèlix			
Sistemes de drenatge sostenible					
S'adoptaran sistemes de drenatge sostenible que minimitzin l'impacte de les aigües pluvials a les xarxes de sanejament i drenatge i al seu torn permetin l'emmagatzematge per al seu ús posterior o la seva reincorporació al mitjà.					
Vulnerabilitat a la contaminació d'Aqüífers	Moderada	S'ha d'atendre al que disposa l'art. 2.1.c) del Decret llei 1/2016, de gener, de mesures urgents en matèria urbanística			
Especificacions concretes per a zones de risc d'inundació					

En los estacionamientos previstos en el Plan se propone el uso de marquesinas, que cumplirán con la función de dar sombra a los vehículos y usuarios, así como servir de soporte para placas fotovoltaicas.

ANEJO Nº15. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

ANEJO Nº15. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN....2

2 AYUNTAMIENTO DE PETRA....2

3 ENDESA....4

1 INTRODUCCIÓN

Durante la redacción del Proyecto de Reforma de la Estación de Petra e instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo, se han llevado a cabo diversas gestiones de coordinación con los organismos y compañías titulares de servicios con presencia en el ámbito de actuación, con el fin de garantizar la compatibilidad de las obras proyectadas con las infraestructuras existentes y coordinar las actuaciones necesarias para su reposición o protección.

En particular, se han mantenido contactos directos con el Ayuntamiento de Petra y con la compañía eléctrica Endesa, entidades responsables de las redes municipales de saneamiento y abastecimiento, y de la red de distribución eléctrica de media tensión, respectivamente.

Estas coordinaciones han permitido disponer de la información técnica precisa sobre las condiciones actuales de las redes afectadas, sus características geométricas y funcionales, y los puntos de conexión a considerar en el diseño del proyecto, así como establecer los criterios para la ejecución de los trabajos en colaboración con los titulares de las infraestructuras.

El presente anejo recoge el resultado de dichas actuaciones de coordinación y resume las conclusiones alcanzadas con cada organismo, que han sido incorporadas al proyecto constructivo para asegurar la correcta integración de las obras en el entorno urbano y la continuidad de los servicios existentes durante y después de la ejecución.

2 AYUNTAMIENTO DE PETRA

Con el fin de coordinar las actuaciones proyectadas con las infraestructuras municipales existentes, se mantuvieron reuniones y una visita de campo conjunta con el técnico municipal del Ayuntamiento de Petra, centrada principalmente en la red de saneamiento que discurre por el lindero este de la parcela de la estación y en la red de abastecimiento de agua situada en la calle Guillem Moragues.

Durante la inspección se constató el deficiente estado y funcionamiento del colector municipal unificado, ejecutado en PVC de 300 mm de diámetro, que recoge tanto aguas residuales como pluviales. Este carácter unitario, junto con la pendiente reducida del terreno, provoca problemas de sobrecarga y desbordamiento en episodios de lluvia intensa, especialmente a su paso por la parcela de titularidad de Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

El Ayuntamiento confirmó que dicho colector mantiene su trazado por el límite este de la estación, y que enlaza con el colector principal que discurre por la calle Guillem Moragues hasta la depuradora municipal.

Asimismo, se solicitó al Ayuntamiento el punto de acometida para el suministro de agua potable al nuevo edificio de cafetería y aseos. El municipio indicó la existencia de una tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) de Ø63 mm, que discurre por la calle Guillem Moragues y constituye la red de

distribución general de la zona, designándose como punto de conexión para el abastecimiento del ámbito ferroviario.

Con el objeto de definir adecuadamente la reposición y mejora del tramo afectado de la red de saneamiento existente, así como el nuevo tramo de la red de abastecimiento proyectada, se solicitó al Ayuntamiento la información disponible relativa al perfil longitudinal de los colectores y a las cotas de los pozos de registro existentes.

No obstante, el Ayuntamiento no facilitó las cotas finales de la acometida ni las condiciones hidráulicas de funcionamiento de las redes, por lo que el dimensionamiento de las mismas se ha realizado en base a la información disponible en la documentación existente y a la obtenida durante la visita de reconocimiento realizada en campo, adoptando criterios técnicos conservadores y coherentes con la normativa de aplicación

Toda esta información ha sido incorporada al proyecto, sirviendo de base para la definición de las nuevas redes de saneamiento y abastecimiento y para garantizar la compatibilidad hidráulica y funcional entre las instalaciones municipales y las actuaciones de la estación.

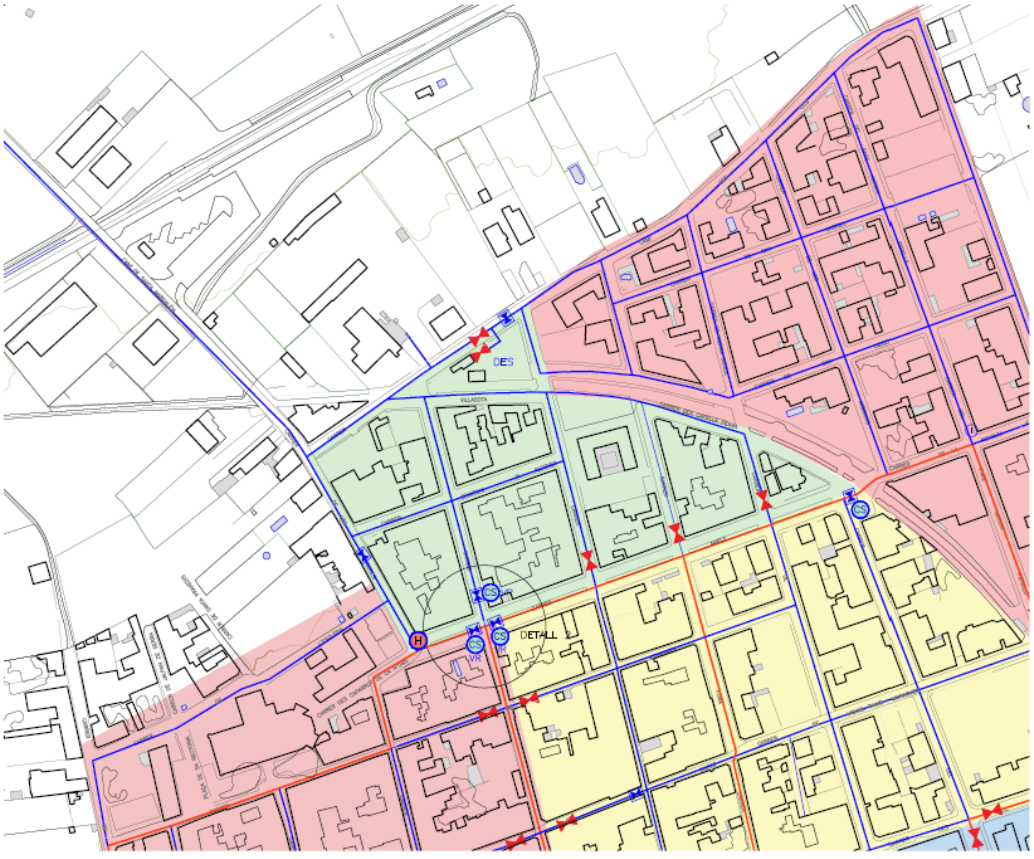


Ilustración 1. Plano de agua potable facilitado por el ayuntamiento

3 ENDESA

En el ámbito de la estación de Petra existe una **línea aérea de media tensión** perteneciente a la compañía **Endesa – e-distribución Redes Digitales S.L.**, que atraviesa en diagonal el aparcamiento actual mediante dos apoyos de hormigón situados dentro de la parcela de Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

Este trazado aéreo resulta incompatible con la nueva ordenación del aparcamiento, la implantación de marquesinas fotovoltaicas y las futuras edificaciones previstas en el proyecto.

Con el objetivo de eliminar esta afección y garantizar la continuidad del suministro eléctrico, se ha mantenido coordinación directa con los servicios técnicos de Endesa, quienes han emitido una propuesta de soterramiento completo de la línea en un trazado alternativo exterior al ámbito de obra.

Tras el análisis conjunto de alternativas, se acordó el nuevo recorrido de la línea por **dominio público**, discurriendo por las calles **Capellà Penya** y **Guillem Moragues**, hasta su conexión con la red existente en el punto definido por la compañía distribuidora. El diseño y ejecución del desvío se ajustarán a las **condiciones técnico-económicas establecidas en el expediente de variante nº 0000878384**, emitido por *e-distribución Redes Digitales S.L.*

Conforme a las condiciones establecidas por la distribuidora, los trabajos de adecuación y entronque de la red en servicio serán ejecutados directamente por *e-distribución*, en su condición de propietaria de las instalaciones, mientras que la canalización de nueva extensión de red deberá ser ejecutada por un instalador autorizado designado por SFM, siguiendo los criterios técnicos y de supervisión de Endesa.

El trazado consensuado y las condiciones de ejecución se incorporan al presente proyecto, garantizando la compatibilidad con las obras de urbanización y la seguridad de las instalaciones eléctricas durante la construcción. De este modo, la coordinación con Endesa ha permitido definir una solución definitiva de soterramiento de la línea aérea existente, eliminando interferencias con el nuevo aparcamiento y con la planta fotovoltaica prevista, y asegurando la continuidad del servicio eléctrico sin afección al entorno ferroviario.



Ilustración 2. Soterramiento línea MT

Se adjunta en el anexo nº1 escrito remitido por la compañía con la propuesta de trazado consensuada con SFM.

ANEJO Nº15. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

ANEXO Nº1.ESCRITO REMITIDO POR ENDESA

EXP 878384
AVIS 310499941
VARIANTE SOTERRAMIENTO

CL POLIGONO 7, PCL, 360, 07520, PETRA, ILLES BALEARS

SUSTITUIR APOYO EXISTENTE MT
POR NUEVA TM C2000/12m + INT.
SEC. SF6 + CAS

BAL-APY-A099285

RETIRAR TRAMO LAMT AER LD 140m

SE30.3.006278 - S030987
BAL-APY-A099292

BAL-APY-A099286

RETIRAR APOYO MT

SE30.3.006294 - S030986
BAL-APY-A099287

SUSTITUIR APOYO EXISTENTE MT
POR NUEVA TM C2000/12m + INT.
SEC. SF6 + CAS

BAL-APY-A099288

NUEVA TM C-2000/12m + INT. SEC.
SF6 + PARARRAYOS Y CAS

NUEVO TRAMO LSMT
3x1x240 Al 12/20kV
320m

SE30.3.003983 - I730
BAL-APY-A099289

10 0 10 20 30 40 m

e-distribución

SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
PASSATGE CALA FIGUERA, 8
07009 - PALMA
A la Atención de MARIA APOLONIA FUSTER SALVA

Ref. Solicitud: 0000878384
Tipo Solicitud: SERVICIOS - VARIANTES
Dirección del Suministro: CL POLIGONO 7, PCL, 360, 07520, PETRA, ILLES BALEARS
Fecha: 2 de diciembre de 2024

Estimado cliente,

Nos ponemos en contacto con Vd. en relación a su solicitud de modificación de instalaciones existentes.

Conforme a lo establecido en el RD 1048/2013, le acompañamos la siguiente documentación:

- **Presupuesto** de los trabajos de entronque, refuerzo o adecuación de la red existente, cuyo importe asciende a **28.820,76 €** (IVA\IGIC\IPSI incluido)[1] y que ejecutará EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.

- **Pliego de Condiciones Técnicas** de los trabajos necesarios.

Tenga presente que:

- Los trabajos de extensión de red deberán ser realizados a su cargo por un instalador autorizado de su elección.

La vigencia de estas condiciones técnico-económicas es de **6 meses**. Durante este periodo puede aceptarlas realizando el pago de este importe por alguno de los siguientes medios:

-
- Mediante tarjeta bancaria o bizum a través del siguiente enlace: https://zonaprivada.edistribucion.com/solicitudesconexion?lang=es&cod=a2fcj000000Odkz o accediendo al portal privado de la web www.edistribucion.com y desde el detalle de la solicitud proceder al pago.

- Mediante transferencia bancaria a la cuenta corriente ES52-2100-2931-99-0200133840, indicando en el concepto el texto literal: "**CNX 0000878384**". En este caso deberá enviarnos el justificante de la misma al correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com o desde el área privada de nuestra web www.edistribucion.com, a través del servicio "Conexión a la red" y seleccionando esta solicitud en el apartado "Tus solicitudes de conexión".

[1] Importe total calculado con el impuesto vigente a fecha de emisión de estas condiciones económicas. En caso de producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el impuesto aplicable a la fecha del pago según corresponda a persona receptora física o jurídica.

Si procede facturar con alguna excepción al impuesto general, debe contactar con conexiones.edistribucion@enel.com.

e-distribución

Para realizar las gestiones de aceptación y pago de entidades del Sector Público deben ponerse en contacto con nuestro Servicio de Atención Técnica, enviando un correo electrónico a conexiones.edistribucion@enel.com. Previo a la aceptación de las condiciones técnicas y económicas deberán comunicarnos los códigos DIR3 (Oficina Gestora, Oficina Contable, Unidad Tramitadora y, opcionalmente, Expediente) que deben acompañar a la factura que emitiremos a su nombre.

Las actuaciones a realizar se encuentran reguladas en el artículo 25.2 del RD 1048/2013 y resultan necesarias para atender el suministro solicitado. Además, las actuaciones detalladas deben ser realizadas por el distribuidor al ser éste el propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro. Por ello, el objeto del contrato que suscriban las partes debería consistir en una prestación de servicios consistente en la adecuación de la red de distribución eléctrica propiedad de e-distribución, actuaciones que permitirán, sin perjuicio de otras que pudieran ser necesarias (Nueva Extensión de Red), dotar de potencia el punto de suministro solicitado en CL POLIGONO 7, PCL, 360, 07520, PETRA, ILLES BALEARS.

En cuanto recibamos el pago anteriormente indicado, emitiremos la factura a nombre de **SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA**[2] y procederemos a realizar los trámites y trabajos necesarios para la conexión.

El plazo previsto de ejecución de los trabajos es de **80** días hábiles, a contar desde que se dispongan los permisos y autorizaciones administrativas necesarias y finalizada su instalación de enlace para la conexión.

Transcurrido el plazo de vigencia de estas condiciones técnico-económicas sin haber recibido su aceptación, se considerará no aceptada la propuesta previa, lo que supondrá la desestimación de la solicitud de permiso de acceso y conexión.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en nuestro Servicio de Asistencia Técnica a través del teléfono 900 92 09 59 o del correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com. También puede consultar nuestra página web www.edistribucion.com, para obtener mayor información.

Esta comunicación anula y sustituye a las que pudiera haber recibido anteriormente relativas al mismo suministro.

Muchas gracias.

EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.

Operaciones Comerciales
Conexiones

[2] Caso de que la factura deba emitirse a nombre de otra persona (física o jurídica), será necesario que previo al pago, nos envíe la autorización de pago y facturación a conexiones.edistribucion@enel.com, utilizando el modelo disponible en www.edistribucion.com, apartado Conexiones a la Red, ¿Deseas descargar los formularios para enviarlos por correo electrónico?, o solicitándolo a conexiones.edistribucion@enel.com.

e-distribución

PRESUPUESTO DETALLADO

Este presupuesto incluye únicamente los trabajos de entronque, adecuación, refuerzo o reforma a realizar en la red eléctrica de e-distribución.

No incluye las nuevas redes eléctricas que deben construirse desde nuestra red para atender a su solicitud de desvío de instalaciones. Será necesario que solicite un presupuesto de estos trabajos a un instalador autorizado.

Trabajos de adecuación de instalaciones existentes:	23.565,00 €
Entronque, sólo material (mano de obra a cargo e-distribución):	0,00 €
Derechos de Supervisión[3]:	253,81 €
Suma parcial:	**23.818,81 €**
IVA/IGIC/IPSI en vigor***** (21%):	5.001,95 €
Total importe:	**28.820,76 €**

* importe total calculado con el impuesto vigente a fecha de emisión de estas condiciones económicas. En caso de producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el impuesto aplicable a la fecha del pago según corresponda a persona receptora física o jurídica. Si procede facturar con alguna excepción al impuesto general, debe contactar con conexiones.edistribucion@enel.com.

De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, los trabajos que afectan a instalaciones de la red de distribución en servicio habrán de ser realizados en todo caso por esta empresa distribuidora, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo su coste a cargo del cliente.

En el caso de que, por causas ajenas a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal (EDRD), en la tramitación de autorizaciones, permisos o licencias que deban obtenerse, se introduzca por parte del organismo que autoriza algún condicionante o requerimiento que incremente el presupuesto (por ejemplo, cambio del trazado), EDRD trasladará esta circunstancia al solicitante, así como una justificación de la variación del precio a los efectos de proceder a su pago. La falta de pago de esta variación en el precio habilitará a EDRD a paralizar la gestión del expediente y, por tanto, de la obra.

Por otro lado, para el caso de que el inicio de las obras se lleva a cabo en un plazo superior a seis meses desde la aceptación de la presente propuesta previa por causas ajenas a EDRD, esta distribuidora se reserva el derecho a revisar y actualizar justificadamente el precio en consecuencia cuando el incremento del coste asociado a la obra tenga un impacto directo y relevante en el contrato de ejecución de obra.

[3] Los derechos de supervisión indicados se calculan en función de las instalaciones previstas y por su primera supervisión según Orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre.

e-distribución

DESGLOSE PRESUPUESTO

CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE

Trabajos de adecuación de instalaciones existentes

des.	Precio Ud.(€)	Descripción	Cargo*	Total
9	36,68 €	TERMINAL EXT MONO FRIO 12/20KV 95-240MM2	I	330,11 €
1	829,12 €	DIR.OB.CON COST.EJ.MAT>10.000 Y <30.000€	I	829,12 €
3	42,02 €	GANCHO LINEA DE VIDA POR APOYO EXISTENTE	I	126,06 €
3	6,00 €	6701282 RÓTULO IDENT AP MT FECSA ENDESA	I	17,99 €
2100	2,39 €	MONT AP CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	I	5.027,40 €
12	0,26 €	DISP CONT AISLADORES VIDRIO/PORCEL MT/BT	I	3,18 €
1	2278,62 €	SEGUIMIENTO Y SOPORTE PROY CLIENTE	I	2.278,62 €
3	11,13 €	6703091 GANCHO ANCLAJE VIDA 16X280	I	33,38 €
2	200,82 €	DESM SECCIONADOR/FUSIBLE CUALQUIER TIPO	I	401,64 €
36	15,93 €	TEND Y FIJACIÓN CIRC SOBRE APOYO CONV MT	I	573,35 €
3	2.109,19 €	MONT CONVERSION AEREO-SUB MT 1C CON TUBO	I	6.327,57 €
1	194,49 €	ANULAR CONVERSION AERO-SUBT. MT	I	194,49 €
3	3,59 €	6703101 CASQUILLO AUX GANCHO ANCL VIDA	I	10,77 €
1	367,73 €	"CSS MT ? 300m RBT 100m< L ? 300m "	I	367,73 €
1	345,88 €	LEGALIZACIÓN	I	345,88 €
15	12,23 €	CABLE CU 1X 50 DESNUDO. CL.2	I	183,52 €
3	8,39 €	6701277 RÓTULO MANIOBRA EXTERIOR GESA	I	25,17 €
3	14,89 €	6700140 PICA LISA PUESTA TIERRA-2M 15D	I	44,68 €
3	2,23 €	6701452 SEÑAL RIES ELEC CE-14 (BILINGÜE)	I	6,69 €
3	579,05 €	MONTAJE INTER-SECC III EXT SF6 24 O 36KV	I	1.737,14 €
12	18,89 €	DESM/COLOC AISLADOR RIGIDO/CADENA AP EX	I	226,65 €
90	1,86 €	MONTAJE ARMADO TRIANGULAR (POR KG)	I	167,83 €
3	157,99 €	PAT APOYO MT/BT ZONA NORMAL	I	473,97 €
3	399,77 €	MEDICION TENSIONES PASO Y CONTACTO	I	1.199,32 €
20	6,12 €	TENDIDO CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	I	122,47 €
3	80,59 €	NORMAL. LINEA CAMBIO APOYO MT	I	241,77 €
1650	1,06 €	DESMONTAJE KG HIERRO APOYO METALICO	I	1.746,36 €
140	3,73 €	DESMONTAJE CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	I	522,14 €
		TOTAL		**23.565,00 €**

CARGOS IMPUTABLES AL CLIENTE

DSIC

des.	Precio Ud.(€)	Descripción	Cargo*	Total
1	253,81 €	Derechos de Supervisión de Instalaciones Cedidas	I	253,81 €
		TOTAL		**253,81 €**

CARGOS NO IMPUTABLES AL CLIENTE

Entronque: sólo material. (mano de obra a cargo de la distribuidora).

Udes.	Descripción	Cargo*
4	ABRIR Y CERRAR PUENTES POR CIRCUITO	N
4	VERIF PREVENTIVA SITIO "PRE JOB CHECK	N
1	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 2 PAREJAS	N
2	INSTAL Y RETIRADA INTER TEMPORAL CORTE	N
4	RETENSADO DE UN VANO (3 FASES)	N
1	ET.RÉP.E4 NS/VAR/GEN,MT<=300,CT/BT<=300M	N
1	PUESTA EN SERVICIO NUEVA SALIDA RED BT	N
3	COMPLEMENTO PUENTE AISLADO (1 FASE)	N
1	VERIF PREVENTIVA SITIO "PRE JOB CHECK	N
1	ACTA PREVIA PLANIFICACIÓN TRJ RED MT-BT	N
1	COLOC CARTELERIA (AVISOS) TRABAJO PROGR	N
1	CUMPLIMENTACIÓN FICHA INCREMENTO FASE 1	N
1	CUMPL. FICHA INCREMENTO FASE 2 S/V.CAMP	N

*I:(Imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora con cargo al cliente.
N:(No imputable) parte de la obra que ejecuta la empresa distribuidora a su cargo.
CC:(Cargo cliente): parte de la obra que ejecuta el cliente según acuerdo.

Nota: todas las cantidades figuran en euros y sin impuestos vigentes.

e-distribución

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Trabajos de adecuación, refuerzo o reforma de instalaciones de la red existente en servicio

Los trabajos incluidos en este apartado, que suponen actuaciones sobre instalaciones ya existentes en servicio, de acuerdo con la legislación vigente, serán realizados directamente por la empresa distribuidora propietaria de las redes, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, consistiendo en:

Izado nuevas torres, manipulación conductores nueva LSMT, pararrayos y seccionador.
Nuevas CAS MT.
Retirar tramo LAMT.
Retirar apoyos MT.

Entronque y conexión de las nuevas instalaciones particulares con la red existente:

La operación será realizada a cargo de esta empresa distribuidora.

El coste de los materiales utilizados en dicha operación, en base a la legislación vigente, será a cargo del cliente.

Trabajos necesarios para la nueva extensión de red:

Comprenden las nuevas instalaciones de red a construir entre el punto de conexión de la red existente y el punto de entrega (CGP), a cargo del cliente.

Ampliación red MT

En caso de requerir trabajos de nueva extensión de red deberá solicitar su ejecución a un instalador autorizado y gestionar la cesión de las mismas a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal según se indica en el anexo “TRAMITES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE EXTENSIÓN POR EL CLIENTE Y CESIÓN” incluido en la presente comunicación.

e-distribución

TRAMITES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE EXTENSIÓN POR EL CLIENTE Y CESIÓN:

Para la ejecución de las instalaciones de distribución por su cuenta, es preciso tramitar y presentar la documentación oportuna en cada etapa significativa de la realización de las mismas.

1. Fase de conformidad técnica del proyecto:

Una vez que e-distribución ha definido y comunicado el punto de conexión para la solicitud realizada, si el Cliente opta por la ejecución directa de la extensión de red necesaria se procederá de la siguiente forma:

- El Cliente o su representante enviará, a la dirección de correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com, el proyecto en formato digital, junto con la hoja de representación debidamente cumplimentada, solicitando la revisión del mismo. Deberá cumplir las Condiciones Técnicas vigentes, proyectos tipo aprobados y los Reglamentos aplicables. El Proyecto deberá incorporar la descripción detallada de las instalaciones a ejecutar y un apartado específico en el que se relacionen exhaustivamente los Organismos y Particulares afectados con sus datos concretos de identificación. Incluirá asimismo los certificados de titularidad de caminos afectados.

- e-distribución revisará dicho proyecto y emitirá un informe de conformidad, el cual podrá ser positivo, positivo condicionado o negativo dependiendo de si cumple o no con los requisitos exigibles.

- Caso de haber recibido un informe de conformidad negativo se deberá volver a presentar el proyecto corregido o una adenda (en caso de deficiencias de escasa entidad que se resuelvan sin modificar de forma sustancial el proyecto original). lo cual se le indicará en el escrito de contestación, para poder seguir adelante con la tramitación y ejecución del mismo. La entrada de esta nueva documentación se realizará a través de la dirección de correo antes indicada.

2. **Fase de revisión de requisitos previos a la ejecución de la obra**:

Previo al inicio de obras el Cliente solicitará a e-distribución (mediante el envío de un correo a la dirección conexiones.edistribucion@enel.com una reunión denominada Reunión de Lanzamiento, en la que se revisará la documentación necesaria para el inicio de los trabajos, y se comunicará la documentación a presentar para solicitar la visita de recepción y la posterior cesión de la instalación ejecutada.
En el citado correo solicitando la Reunión de Lanzamiento, el Cliente o su representante (que en caso de ser el Director de Obra deberá aportar igualmente hoja de representación) presentará la siguiente documentación:

- Autorización Administrativa (en caso de instalaciones MT)
- Licencia Municipal y copia del Proyecto sellado por el Ayuntamiento.
- Permisos de los Organismos Oficiales y particulares afectados.
- Nombramiento de Director de Obra.
- Nombramiento de Empresa Instaladora y nº de registro en Industria.

Cualquier modificación sustancial en la ejecución de la obra proyectada, bien por su envergadura, bien porque afecte a aspectos reglamentarios o de afectación a Organismos o particulares no prevista inicialmente, implicará la exigencia por parte de e-distribución de presentación de una Modificación de Proyecto, reiniciándose el trámite administrativo del mismo.

En la reunión de lanzamiento se informará de los requisitos necesarios y relación de documentación a aportar para poder solicitar la recepción técnica.

De forma orientativa, no exhaustiva, la documentación a presentar en la recepción técnica será:

- Certificado Dirección de obra.
- Boletines MT y BT.
- En caso de incluir instalación de transformadores, Protocolo de Ensayo de Fabricante.
- Certificado final de obra de obra civil del Centro de Transformación firmado y visado por el Colegio de Arquitectos correspondiente y plano de detalle del local (en caso de Centro de Distribución integrado en edificio).
- Certificado final de obra de obra civil de los entubados ejecutados (en caso de ejecución de los trabajos eléctricos por e-distribución).
- Mail de conformidad de la servidumbre emitido por la notaría (si fuera necesario).
- Final de obra municipal o, en su caso, solicitud del mismo.
- Dossier fotográfico de la obra (se habrá definido previamente en la Reunión de Lanzamiento).
- Planos as-built BT y MT con coordenadas UTM, acotados y con detalles de las zanjas realizadas y cruces/paralelismos de servicios (en soporte informático en AutoCAD) realizados según las normas entregadas en la Reunión de Lanzamiento.
- Declaración Responsable en la que se indique que se dispone de toda la documentación (albarán, certificado CE, nº de serie, etc.) del material normalizado y homologado por e-distribución.

El Director de Obra deberá tener disponible la información de los materiales empleados, no siendo necesario su entrega salvo petición expresa de e-distribución, acción que se realizará mediante muestreo aleatorio (10% de las obras).

3. Fase de recepción técnica y cesión:

La ejecución y seguimiento de la obra será de responsabilidad del Cliente y su dirección facultativa.

Cuando el Director de Obra dé por concluidas las obras de ejecución y los ensayos correspondientes, podrá solicitar la Recepción Técnica que deberá cursarse por escrito con 10 días hábiles de antelación a la dirección de correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com, adjuntando como único documento el certificado final de obra. Una vez revisado, e-distribución le solicitará los documentos requeridos en el Acta de Lanzamiento para su comprobación, bien mediante alguna plataforma de intercambio de archivos o en un soporte físico tipo CD o pendrive. Los originales deberán entregarse el día de la visita para la Recepción Técnica.

Al realizarse la reunión para la Recepción Técnica, a la que deberá acudir el Director de Obra y el representante de e-distribución, se realizará una inspección de la instalación 'in situ' por parte de e-distribución.

Una vez inspeccionada visualmente la instalación sin detectarse defectos aparentes ni diferencias entre la realidad observada y la información aportada documentalmente, se remitirá el impreso del Acta de Recepción Técnica precumplimentado para la firma del Director de Obra y el Cliente.

A partir de la fecha del Acta de Recepción Técnica e-distribución efectuará los ensayos y mediciones técnicas necesarias (medición de Resistencia de puesta a tierra, medición de tensiones de paso y contacto, ensayo de cables subterráneos, aprietes suficientes, etc.). En el caso de que todos los ensayos y verificaciones realizados sean correctos, se firmará por parte de e-distribución el Acta de Recepción Técnica que se remitirá al Cliente.

En el caso que se detecten defectos, aparentes u ocultos derivados de las pruebas a realizar por e-distribución, no se podrá firmar en Acta de Recepción Técnica, y se notificará mediante un informe de defectos al Cliente, existiendo la posibilidad de cobro de una nueva supervisión.

Una vez firmada el Acta de Recepción Técnica por parte de e-distribución, se elaborará la correspondiente Acta de Cesión de Instalaciones y, si procede, el convenio de resarcimiento, que serán remitidos al Cliente para su revisión y firma.

Cuando e-distribución disponga del Acta de Cesión y del convenio de resarcimiento firmados por el Cliente, se procederá la puesta en servicio de la instalación (Caso BT) y a la solicitud del cambio de titularidad y Puesta en Servicio de las instalaciones ante la Dirección General de Energía a favor de e-distribución (Caso MT).

Una vez recibida la contestación positiva de la Dir. Gral. de Energía (Caso MT), se procederá a la puesta en servicio de la instalación.

4. Proceso para la gestión de servidumbres:

Antes de la finalización de las obras es necesario disponer de la conformidad a la servidumbre (si fuera necesario), para poder realizar la recepción técnica y la cesión de las instalaciones. De esta forma la distribuidora se asegura el poder acceder a la propiedad privada para realizar tareas de mantenimiento, reparación y revisión de sus instalaciones, y poder utilizarlas para atender solicitudes futuras de suministro por la zona.

Por tanto, el procedimiento para la gestión de una servidumbre será:

- Una vez realizada al Acta de Lanzamiento, por parte del cliente se realizará un plano de servidumbre en el que se reflejarán las instalaciones de extensión que discurren por propiedad privada, o local que albergue una estación transformadora o centro de maniobra privado (para este caso solo se incluirán las cabinas que se ceden a la distribuidora y el contador). Si afecta a varias parcelas de diferentes propietarios, deberá realizarse planos independientes, indicando en cada uno de ellos la parcela afectada y el titular.

- Estos planos se enviarán para su revisión por parte del cliente, **antes de la solicitud del acta de Recepción Técnica,** a la dirección de conexiones.edistribucion@enel.com, siempre haciendo referencia al nº de expediente. Estos planos serán revisados por la distribuidora y se informará al representante de su conformidad o por el contrario de los defectos que tienen para su resolución. Una vez estén correctos los planos, por parte de la distribuidora se enviarán a la notaría de e-distribución para su gestión.

- Por parte de la Notaría de e-distribución se enviará por correo electrónico a la persona de contacto la minuta (instrucciones para la gestión de la servidumbre por parte del cliente y documentos a aportar) y descripción de la servidumbre.

- En el momento que por parte del cliente se ha gestionado con la notaría de su elección el original de la escritura, el pago de la tasa 600 y la nota simple informativa, podrá enviar esta documentación a:

    - En formato papel se entregarán los originales a la Notaría de e-distribución, para su revisión.
    - En formato digital a la dirección de correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com, siempre haciendo referencia al nº de expediente.

- La conformidad de la notaría de e-distribución a la documentación enviada por el cliente se realizará siempre que se dispongan por parte de la notaría de los documentos antes indicados, en formato papel y en formato digital. Si no se reciben por parte de la notaría de e-distribución todos los documentos en formato papel y en formato digital, además de los solicitados con posterioridad (conformidad de entidades bancarias, poderes etc.), se procederá a no dar conformidad a la servidumbre.

- Si se solicita por parte de la Notaría de e-distribución documentación adicional al representante del expediente, este la entregará directamente a la Notaría para su revisión en formato papel, y

la enviará en paralelo a la dirección de correo electrónico conexiones.edistribucion@enel.com, siempre haciendo referencia al nº de expediente, para su archivo por parte de e-distribución.

- Una vez revisada toda la documentación por parte de la notaría de e-distribución, ésta enviará un correo electrónico al representante en el que se le indicará la conformidad a la documentación aportada. En la comunicación de conformidad solo se indicará:

    - SE DA CONFORMIDAD A LA SERVIDUMBRE APORTADA.
    - Este correo deberá adjuntarse por su Director de Obra para solicitar la recepción técnica de las instalaciones por parte de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.

- La conformidad emitida por la notaría de e-distribución deberá ser entregada por parte de la Dirección De Obra a los servicios técnicos de e-distribución para que se pueda finalizar la recepción técnica y la cesión de las instalaciones a la distribuidora.

- Les recordamos que no debe presentar la Escritura ante el Registro de la Propiedad ya que antes debe ser aceptada por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.

LAMT "AER LD 56"

LAMT "PETRA"

BAL-APY-A099284

BAL-APY-A099285

PUNTO DE CONEXIÓN

BAL-APY-A099286

SE30.3.006294 - S030986

BAL-APY-A099287

PUNTO DE CONEXIÓN

CL POLIGONO 7, PCL, 360, 07520, PETRA, ILLES BALEARS

SE30.2.010705 - 11830

CARRER VILLASOTA

10 0 10 20 30 40 m

ANEJO Nº16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

ANEJO Nº16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 3

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

2.1 Objeto del proyecto 3

2.2 Situación y emplazamiento 4

2.3 Descripción de las obras proyectadas 5

2.4 Marquesinas del andén 16

3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ENTORNO 25

3.1 Planeamiento territorial y urbanístico 25

3.2 Áreas naturales protegidas 26

3.3 Áreas de prevención de riesgos 26

3.4 Población y economía 28

3.5 Climatología 29

3.6 Geología 31

3.7 Hidrología 31

3.8 Vegetación y fauna 33

3.9 Patrimonio 35

3.10 Paisaje 36

4 POSIBLES AFECCIONES SOBRE LOS ELEMENTOS AMBIENTALES DEL ENTORNO 36

5 MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y /O COMPENSATORIAS 37

5.1 Fase de ejecución 37

5.2 Fase de explotación 40

6 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 40

6.1 Objeto y alcance 40

6.2 Organización y responsabilidades 41

6.3 Elementos a vigilar e indicadores de control 42

6.4 Programa de inspecciones y seguimiento 45

6.5 Registros, gestión de incidencias y acciones correctoras 47

6.6 Protocolo de actuación ante emergencias ambientales 48

6.7 Seguimiento en fase de puesta en servicio y conclusiones del Programa de Vigilancia Ambiental 50

1 INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo determinar las medidas preventivas y/o correctoras de la incidencia de las obras proyectadas, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, de manera que se consiga la integración ambiental de las actuaciones proyectadas y la reducción de los impactos.

El procedimiento para ello parte de la delimitación del ámbito de estudio y su caracterización ambiental, así como de la identificación de los aspectos del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales. Esta información es determinante para la identificación y valoración de los impactos ambientales, a partir de los cuales se plantean las medidas preventivas y/o correctoras.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Objeto del proyecto

La estación de Petra requiere una serie de actuaciones necesarias para prestar mejor servicio a los usuarios mejorando la accesibilidad y confort en la estación, fomentar la intermodalidad coche-tren, mejorar la eficiencia energética reduciendo la huella de carbono y alargar la vida útil de los andenes al corregir determinadas deficiencias detectadas en su estructura.

El objeto del presente contrato es la redacción de un proyecto constructivo para la reforma de la estación de Petra e instalación de una planta fotovoltaica para autoconsumo, concretamente:

- Reordenación del acceso a la estación y mejora de su accesibilidad, eliminando las barreras arquitectónicas. En este sentido se dotará a la estación de un nuevo edificio para el acceso.
- La creación de una marquesina sobre el trazado ferroviario y los andenes de la estación de Petra.
- Refuerzo, saneado y repavimentación de los andenes existentes.
- Ampliación del andén de vía 2 (norte).
- Realizar la ampliación de aparcamiento sobre la parcela adyacente, incluyendo la optimización de la capacidad del existente, así como todas las instalaciones auxiliares necesarias.
- Diseñar una planta fotovoltaica.
- Sustitución del transformador de servicios auxiliares de la subestación existente de tracción adyacente a la estación para realizar el vertido a red de la nueva instalación solar.
- Adecuación de la señalética e iluminación a las nuevas características de la estación.

Este proyecto forma parte del marco estratégico del Govern Balear para impulsar la generación de energías renovables y de preservación del medio ambiente, en el cual destaca la implantación de la energía fotovoltaica y el ahorro y la eficiencia energética.

2.2 Situación y emplazamiento

Las obras que se proyectan se ubican en la estación de tren de Petra, la cual linda con la zona norte del núcleo urbano del municipio. Según los datos proporcionados por SFM dicha estación tiene un tránsito de unos 200.000 viajeros al año (50% como origen y 50% como destino).

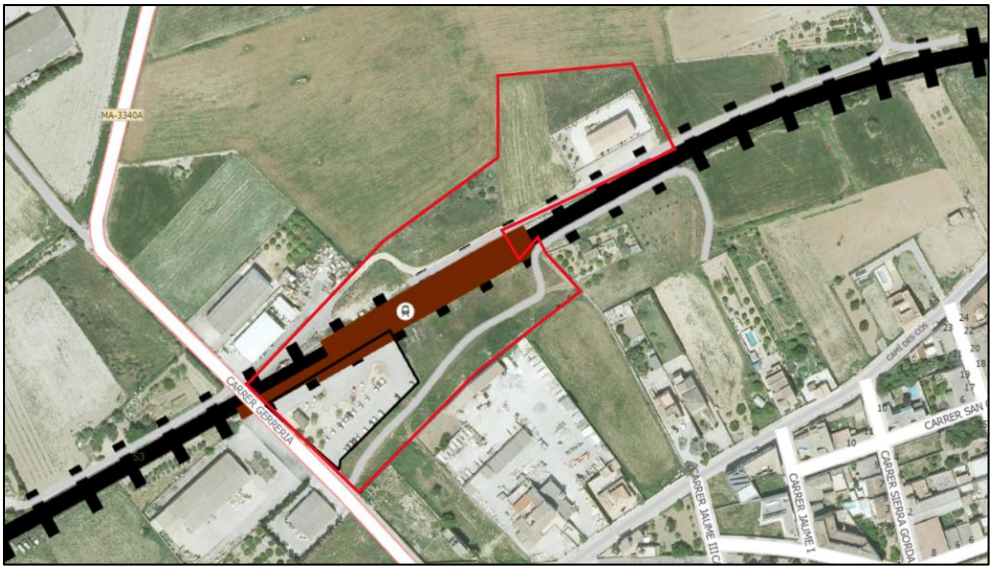


Ilustración 1. Plano de situación del ámbito del proyecto

Las parcelas que forman parte del ámbito de actuación son las siguientes:

- 07041A0070902600001I correspondiente a la vía férrea
- 07041A0070036000001S actual aparcamiento y resto baldía (servidumbre de paso)
- 07041A0070100100001R parcela de la subestación.
- 07041A0070034700001K al norte de la vía y al oeste de la subestación
- 07041A0070035900001U al norte de la vía y al oeste de la anterior
- 07041A0010063700001G parcela en la que se ubica el poste de línea de media tensión fuera de la estación.
- 07041A0070099500001J parcela residual junto a las vías en el lado este

La propiedad de los terrenos es de Servicios Ferroviarios de Mallorca salvo las parcelas 07041A0070034700001K, 07041A0070035900001U y 07041A0070099500001J que son de titularidad privada.

Para la ejecución del proyecto es necesario expropiar tres parcelas colindantes con la vía que se expropian en su totalidad según se detalla en el proyecto.

2.3 Descripción de las obras proyectadas

Las obras consisten en la remodelación y ampliación del aparcamiento existente, la construcción de una marquesina sobre los andenes, la reparación y ampliación de andenes, la sustitución del edificio de control de accesos y la instalación de una planta fotovoltaica con la remodelación de la subestación eléctrica existente.

Se incluye en el proyecto la ejecución de una cafetería con aseos públicos para poder ofrecer este servicio en la estación.



Ilustración 2. Planta general (fuente: proyecto)

2.3.1 Reordenación y ampliación del aparcamiento

El actual aparcamiento con un firme en mal estado se demuele y se reordena en su totalidad con la ampliación hacia el este y noreste de la parcela ocupando una superficie total de 6.400m^2.

Para la nueva ordenación en planta se ha tenido en cuenta las necesidades de espacio del nuevo edificio de accesos, cuya construcción será simultanea al mantenimiento del actual acceso, el mantenimiento del edificio de enclavamiento en su posición actual y la incorporación de un módulo anexo a éste para cafetería y aseos de uso público de forma que todos ellos quedan dentro de los

itinerarios peatonales que además conectan con la acera que en la actualidad comunica la estación con el núcleo urbano.

Se dispone una distribución de acceso y salida diferenciados con un vial de sentido único de 4m de ancho salvo en la entrada donde para permitir el acceso esporádico de autobuses al aparcamiento, se dota al carril de un ancho de 7,5m.

En el núcleo central y en el lateral este se disponen las alineaciones de aparcamientos para vehículos y junto a la acera oeste los estacionamientos para bicicletas, vehículos de movilidad personal y motocicletas. Al fondo del aparcamiento se reserva un área para estacionamientos de autobuses de transporte discrecional con una longitud total para estacionamiento y maniobra de 38,75m.

El número total de aparcamientos dispuestos es el siguiente:

Tipo de Vehículo	Número
Bicicletas	15
Patinetes	10
Motos	10
Vehículos	172
General	155
Puntos de recarga de vehículos eléctricos	6
Reservados PMR	5
Car sharing	4
Taxis/VTC	2
Autobuses	3

Las plazas de aparcamiento para vehículos tienen un tamaño de 5x2,5m reservándose plazas para personas con movilidad reducida cerca del acceso de la estación, plazas para car sharing según lo dispuesto en el PMUS del municipio y 6 puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Adicionalmente se reserva un área de estacionamiento en línea para taxis y/o VTC de rápida entrada y salida de la estación.

La entrada se proyecta por la zona más cercana a la vía y la salida en la zona más cerca del núcleo urbano, alejándola del punto de cruce de la vía.

Se disponen seis alineaciones de aparcamiento en batería doble en la parte central y una sencilla, con carriles con doble sentido de circulación entre ellas de 5m de ancho y una alineación de aparcamientos en batería en el lado este de la parcela.

Al fondo noreste del aparcamiento se mantiene el acceso a las dos fincas colindantes junto al área reservada para autobuses.

Se ha proyectado junto a la acera de la estación una zona de subida y bajada de pasajeros con capacidad para 5 vehículos.

El itinerario peatonal desde el núcleo urbano cuenta con pasos elevados en el cruce con la entrada y salida de vehículos para darles prioridad. Los recorridos peatonales desde los estacionamientos se realizan a nivel con señalización horizontal y cambio de orientación del pavimento.

En las isletas centrales de aparcamiento se disponen de forma alterna marquesinas para la instalación de placas fotovoltaicas y arbolado. En el límite este con los cerramientos de las parcelas colindantes se proyecta plantación de arbolado y arbustos así como en las aceras respetando un ancho mínimo de paso de 1,8m.

- **Pavimento**

Para resolver la evacuación de las aguas pluviales en el ámbito del aparcamiento proyectado se ha optado por la ejecución de un **pavimento drenante** constituido por adoquín microporoso VS5 Acqua o similar, en **formato de 15×15×10 cm**.

Este producto, desarrollado específicamente para sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), dispone de un acabado microporoso que le confiere una **elevada capacidad de infiltración** certificada, alcanzando valores de 2.624 mm/h, equivalentes a 7.290 l/(s·ha). Para la superficie total del aparcamiento, dicha capacidad se traduce en un caudal potencial de infiltración de 4.519,8 l/s (≈4,5 m³/s), muy superior a los caudales de cálculo de avenida determinados para periodos de retorno de 2 y 10 años. Con ello se asegura no solo la evacuación de las precipitaciones ordinarias, sino también la laminación y absorción de los episodios más torrenciales, contribuyendo a reducir la escorrentía superficial y evitando encharcamientos en superficie.

El dimensionamiento estructural del pavimento se ha realizado atendiendo a la **categoría de tráfico 3**, que corresponde a aparcamientos públicos con acceso de vehículos comerciales ligeros, así como de vehículos de emergencia y de mantenimiento. Para esta categoría, el manual técnico prescribe espesores adecuados de subbase y de capa de asiento, los cuales se han adoptado en el proyecto conforme al siguiente paquete de firme:



- **Adoquín microporoso** 15×15×10 cm.
- **Capa de asiento** de gravilla lavada 2/6 mm, espesor 5 cm.
- **Geotextil separador superior** entre la cama de asiento y la subbase.
- **Subbase de grava** machacada 4/20 mm, espesor 30 cm, ejecutada en tongadas de 10–15 cm con compactación mecánica.
- **Geotextil inferior** sobre el terreno natural, que actúa como capa de separación y filtración, evitando la migración de finos desde la explanada a la subbase y contribuyendo a preservar la capacidad

drenante a largo plazo.

Se ha optado igualmente por la instalación de un geotextil separador en la parte superior de la subbase, elemento opcional según el manual, pero recomendable para evitar la migración de partículas finas de la capa de asiento y preservar la capacidad drenante del conjunto en el largo plazo.

El resultado es un pavimento que satisface simultáneamente las exigencias **hidráulicas** —capacidad de infiltración muy superior al caudal de cálculo y capacidad de almacenamiento temporal en la subbase— y las exigencias **estructurales**, al estar dimensionado para la categoría de tráfico de referencia. Todo ello hace del sistema elegido una solución técnica robusta, que responde tanto a los objetivos de seguridad hidráulica del aparcamiento como a los principios de sostenibilidad y gestión eficiente de aguas pluviales establecidos en la normativa vigente sobre drenaje urbano sostenible.

Debido a que el tramo de la red principal del drenaje en la entrada norte del aparcamiento dispone de una clave situada a 0,70 m bajo la superficie. Para mejorar el reparto de cargas sobre esa zona, reducir deformaciones locales y mantener la funcionalidad hidráulica, se adopta una sección reforzada de pavimento drenante que sustituye parte de la subbase granular por una capa de hormigón drenante. De este modo se conserva la solución SUDS del conjunto y se incrementa la capacidad portante cerca del colector.

Sección del pavimento drenante reforzado

- **Adoquín drenante microporoso** 15×15×10 cm (tipo VS5 Acqua o equivalente).
- **Capa de asiento** de gravilla lavada 2/6 mm — **5 cm**.
- **Hormigón drenante** — **10 cm** (hormigón poroso de granulometría abierta, con elevada permeabilidad).
- **Subbase granular** de grava machacada 4/20 mm — **20 cm**.
- **Geotextil filtrante inferior** sobre el terreno natural.

Nota: respecto a la sección general del aparcamiento, ***se elimina el geotextil separador superior*** *(entre cama de asiento y subbase), al quedar la cama apoyada sobre una capa continua y estable de* ***hormigón drenante****.*

- **Drenaje**

El agua recogida en cubiertas y aceras verterá hacia la explanada permeable del aparcamiento que por pendiente llegará a un colector paralelo a la vía bajo el vial de acceso de PVC corrugado drenante de 600mm de diámetro. Este colector verterá el agua en una balsa de retención/infiltración de 302,40 m³ y dimensiones 56,0 × 6,0 × 1,8 m.

En la entrada y salida del aparcamiento junto a los pasos elevados se proyectan sumideros para evitar encharcamientos.

- **Iluminación**

Se proyecta una nueva instalación de alumbrado en el aparcamiento con farolas tipo Philips Urban Flex.

- **Jardinería**

Zona de aparcamiento

El área de estacionamiento constituye el único espacio con ajardinamiento dentro del recinto ferroviario. En esta zona se incorporan especies de porte medio y crecimiento controlado, que proporcionan sombra a los vehículos y mejoran las condiciones térmicas del pavimento sin interferir con las instalaciones de alumbrado, marquesinas fotovoltaicas o redes de servicio.

A continuación, se adjunta una planta con las características de cada una de las especies.

Ubicación	Especie	Nombre científico	Tipo	Altura inicial
Isletas entre plazas de aparcamiento	Tilo	*Tilia cordata*	Árbol caducifolio de sombra	3–3,5 m
Aceras perimetrales (reposición)	Melia	*Melia azedarach*	Árbol caducifolio existente	Según ejemplar
Límite este del aparcamiento	Ciprés	*Cupressus sempervirens*	Árbol perenne	1,5–2,0 m
Límite este del aparcamiento	Madroño	*Arbutus unedo*	Arbusto perenne	0,6–0,8 m

Los **tilos (*Tilia cordata*)** se disponen en alineaciones alternas a lo largo de las isletas centrales del aparcamiento, buscando un equilibrio entre cobertura de sombra y visibilidad de maniobra para los vehículos. Se trata de una especie caducifolia de porte medio, seleccionada por su capacidad de generar una copa densa en verano que proporciona sombra efectiva y por su baja demanda hídrica durante el periodo vegetativo. Además, su comportamiento en alineaciones urbanas es adecuado por su resistencia a la compactación del terreno y a la contaminación ambiental. El crecimiento controlado de los tilos permite mantener una altura final, compatible con las luminarias, marquesinas fotovoltaicas presentes en el entorno de la estación.

Las **melias (*Melia azedarach*)** existentes, actualmente alineadas en los márgenes del aparcamiento y aceras perimetrales, se conservarán en la medida de lo posible, trasladándose aquellas que interfieran con las nuevas obras de pavimentación o con los trazados de las canalizaciones de

servicios.
En caso de trasplante, se realizará durante el periodo vegetativo invernal, ejecutando el movimiento con cepellón y protegiendo adecuadamente las raíces y la copa. Su mantenimiento en el diseño garantiza la continuidad visual con la arboleda preexistente y la homogeneidad de especies en el entorno inmediato de la estación.

En el borde este del aparcamiento, junto al cerramiento con las parcelas colindantes, se proyecta un **seto mixto** formado por **cipreses (*Cupressus sempervirens*) y madroños (*Arbutus unedo*)**. Ambas especies se disponen de manera alternada, conformando una alineación vegetal continua que define el límite del recinto y contribuye a la integración paisajística de la actuación. La composición combina la verticalidad del ciprés con el porte medio y el follaje denso del madroño, generando un frente verde con volumen y variación cromática a lo largo del año, sin constituir una barrera visual cerrada. El conjunto mantiene un aspecto natural y ordenado, adecuado al carácter ferroviario y urbano

La franja ajardinada estará delimitada por bordillos prefabricados de hormigón tipo jardinera, enrasados con el pavimento, que separan el área de plantación del pavimento del aparcamiento. El terreno se acondicionará mediante descompactación y mejora con tierra vegetal, garantizando una adecuada aireación y drenaje. Se dispondrá una capa de tierra vegetal de espesor suficiente (alrededor de 0,80 m) para permitir el correcto enraizamiento de las especies, extendida sobre el fondo existente previamente escarificado. El perfil del terreno se ajustará de forma que favorezca la infiltración del agua de riego y evite encharcamientos.

Zona Planta solar fotovoltaica

En el perímetro de la **planta solar fotovoltaica**, situada al norte de la vía férrea, se proyecta una pantalla vegetal continua con el fin de integrar visualmente la instalación en su entorno y reducir el impacto paisajístico de los módulos y estructuras metálicas. La actuación se extiende a lo largo de los lados norte, este y oeste del cerramiento, configurando un borde verde que acompaña la valla de simple torsión perimetral.

La pantalla se compone exclusivamente de **cipreses (*Cupressus sempervirens*)**, especie seleccionada por su carácter perenne, su elevada resistencia a la sequía y su capacidad para soportar vientos frecuentes sin deformación estructural. El ciprés, de porte columnar y crecimiento lento, permite generar una alineación uniforme y densa con bajo requerimiento de mantenimiento, proporcionando una cobertura visual eficaz durante todo el año.

Los ejemplares se plantarán en el interior del cerramiento, a una distancia suficiente respecto al vallado para permitir las labores de mantenimiento y evitar interferencias con la cimentación de los postes.
Se dispondrán alineados y separados de manera regular cada 80 cm, formando un conjunto continuo,

aunque sin llegar a constituir una barrera opaca, de forma que mantenga la permeabilidad visual y la integración natural en el paisaje.

El terreno de plantación corresponde al terreno natural existente dentro del cerramiento, sobre el que se ejecutarán los hoyos necesarios para la colocación de los ejemplares. No se prevé la aportación generalizada de tierra vegetal ni acondicionamiento del sustrato, limitándose la preparación al desbroce superficial y apertura de los huecos de plantación, de dimensiones adecuadas al tamaño del cepellón. El fondo del hoyo se escarificará ligeramente para mejorar el contacto del sistema radicular con el terreno y facilitar el drenaje natural del agua de lluvia.

Durante la plantación, los cepellones se colocarán de forma que el cuello del árbol quede enrasado con el terreno, rellenando los huecos con el mismo material extraído, ligeramente compactado para garantizar la estabilidad. Una vez colocados los ejemplares, se efectuará un riego de asiento manual que facilite la compactación del terreno y la eliminación de bolsas de aire.

La pantalla vegetal resultante actuará como elemento de transición entre la planta fotovoltaica y el entorno rústico, proporcionando continuidad visual, reduciendo el impacto de las estructuras metálicas y contribuyendo a la integración paisajística del conjunto.

2.3.2 Marquesina

El aparcamiento se cubre mediante un conjunto de cuatro alineaciones de marquesinas metálicas orientadas al Sur, lo que permite optimizar el aprovechamiento solar de los módulos fotovoltaicos instalados sobre su cubierta.

Las tres primeras alineaciones, situadas en el lado oeste de la parcela, son marquesinas dobles tipo 1, formadas por un pilar central que sostiene dos paños de cubierta inclinados a una sola agua, uno a cada lado. La cuarta alineación, situada en el extremo este, corresponde a una marquesina simple tipo 2, con un único vuelo de cubierta sobre una fila de aparcamientos.

Todas las estructuras mantienen una pendiente aproximada de 5° hacia el sur, una modulación entre pórticos de 7,50 m, y se apoyan sobre zapatas aisladas de hormigón armado. La orientación, inclinación y modulación han sido definidas para equilibrar el rendimiento energético de los módulos fotovoltaicos con la estabilidad estructural y la integración arquitectónica del conjunto.

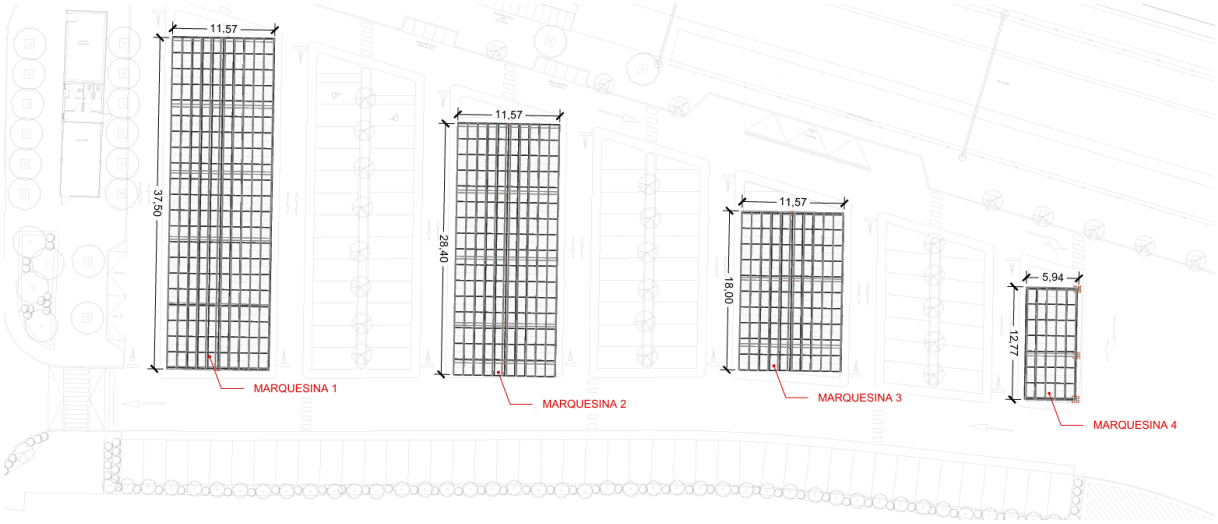


Ilustración 1. Planta de la zona de estudio: Sección Tipo 1 (Marquesina 1,2 y 3) y Sección Tipo 2 (Marquesina 4)

Sección Tipo 1

Las marquesinas tipo 1 constituyen las estructuras de mayor desarrollo en planta, destinadas a cubrir dos hileras de aparcamientos enfrentadas mediante un solo pórtico central. Cada alineación está compuesta por una serie de pórticos metálicos separados 7,50 m entre sí salvo el último vano, lo que permite una distribución regular y compatible con la disposición de las plazas de aparcamiento.

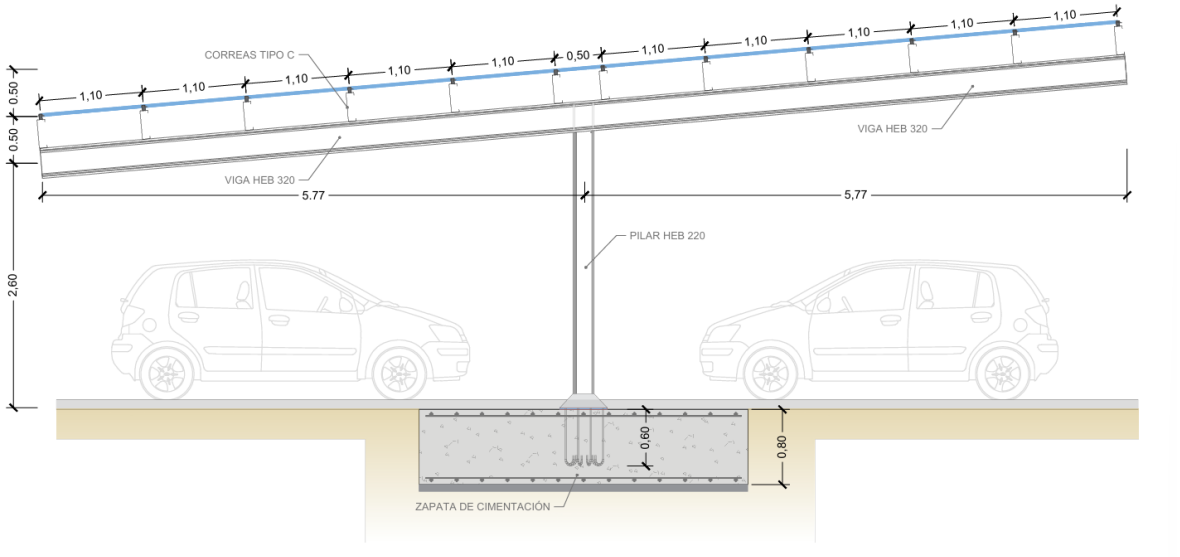


Ilustración 2. Sección tipo 1

Cada pórtico está formado por un pilar central de perfil HEB 220 y dos vigas principales HEB 320, ambas de acero S275JR, dispuestas simétricamente a una sola agua. El acero empleado cumple la norma UNE-EN 10025-2, garantizando la resistencia y ductilidad necesarias en estructuras expuestas a la intemperie.

Las vigas principales, de 5,77 m de longitud desde el eje del pilar hasta el borde exterior de la cubierta, conforman dos paños inclinados que alcanzan un ancho total aproximado de 11,5 m entre bordes de alero.

Sobre las vigas se disponen correas tipo “C” de acero S235JR, conformadas en frío y fijadas perpendicularmente mediante tornillería autotaladrante. Estas correas transmiten su peso propio, el de los módulos fotovoltaicos y las acciones climáticas. Sobre ellas se instalan los rieles de anclaje de los módulos FV, con tornillería galvanizada y clips de sujeción, conformando un conjunto estructural ligero, rígido y eficiente.

Los aleros se prolongan 0,50 m en los extremos superior e inferior de la cubierta, favoreciendo la evacuación del agua de lluvia y evitando el goteo sobre las zonas de tránsito. La pendiente de 5° hacia el sur se ha definido para optimizar la captación solar y garantizar el drenaje natural del agua sin necesidad de canalones.

En cuanto a las cotas verticales, las marquesinas presentan un gálibo libre de 2,50 m en el borde bajo y una altura máxima aproximada de 3,50 m en el eje de la viga, asegurando la accesibilidad de los vehículos y una adecuada ventilación del conjunto.

Cada pórtico se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, situada a 10 cm por debajo de la cota de coronación del pavimento. Las zapatas, de planta rectangular centrada y canto de 0,80 m, presentan dimensiones variables según las solicitaciones de cada apoyo. La cimentación se ha diseñado para una clase de exposición XC2, conforme al Código Estructural, y se ejecuta con una pendiente superficial del 1° hacia el exterior, favoreciendo el drenaje y evitando encharcamientos en torno al arranque del pilar metálico.

Cada pilar se fija mediante una placa base de acero S275JR, anclada al hormigón mediante pernos tipo A-4t embebidos y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa y la superficie de la zapata se dispone una capa de nivelación de mortero, que garantiza la correcta planitud y el reparto uniforme de esfuerzos entre ambos elementos.

Las verificaciones realizadas confirman que las tensiones de contacto no superan los 0,14 MPa y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento cumplen las exigencias normativas.

De este modo, la estructura constituye un sistema resistente estable, rígido y eficiente, adecuado para la instalación de módulos fotovoltaicos en un entorno abierto y de exposición directa al viento.

Sección Tipo 2

La marquesina tipo 2 se localiza en el extremo este del aparcamiento y cubre una única hilera de plazas.
Su configuración estructural responde a una solución a una sola agua, con el vuelo orientado hacia el sur para maximizar la captación fotovoltaica y garantizar la evacuación del agua de lluvia.

La alineación está compuesta por pórticos metálicos separados 7,50 m entre sí, con pilares centrados sobre zapatas aisladas.

Cada pórtico está constituido por un pilar HEB 220 B y una viga principal HEB 320 B, ambos de acero S275JR, conformando un sistema portante isostático. La viga tiene una longitud de 5,79 m desde el eje del pilar hasta el borde exterior de cubierta, con una pendiente de 5° hacia el sur. El conjunto se completa con una cartela triangular de refuerzo, ejecutada con ½ perfil HEB 220 B, situada bajo la viga en el arranque del pilar. Esta cartela reduce los esfuerzos de cortante y momento negativo, mejorando la rigidez local del nudo frente a las cargas combinadas de viento y peso propio.

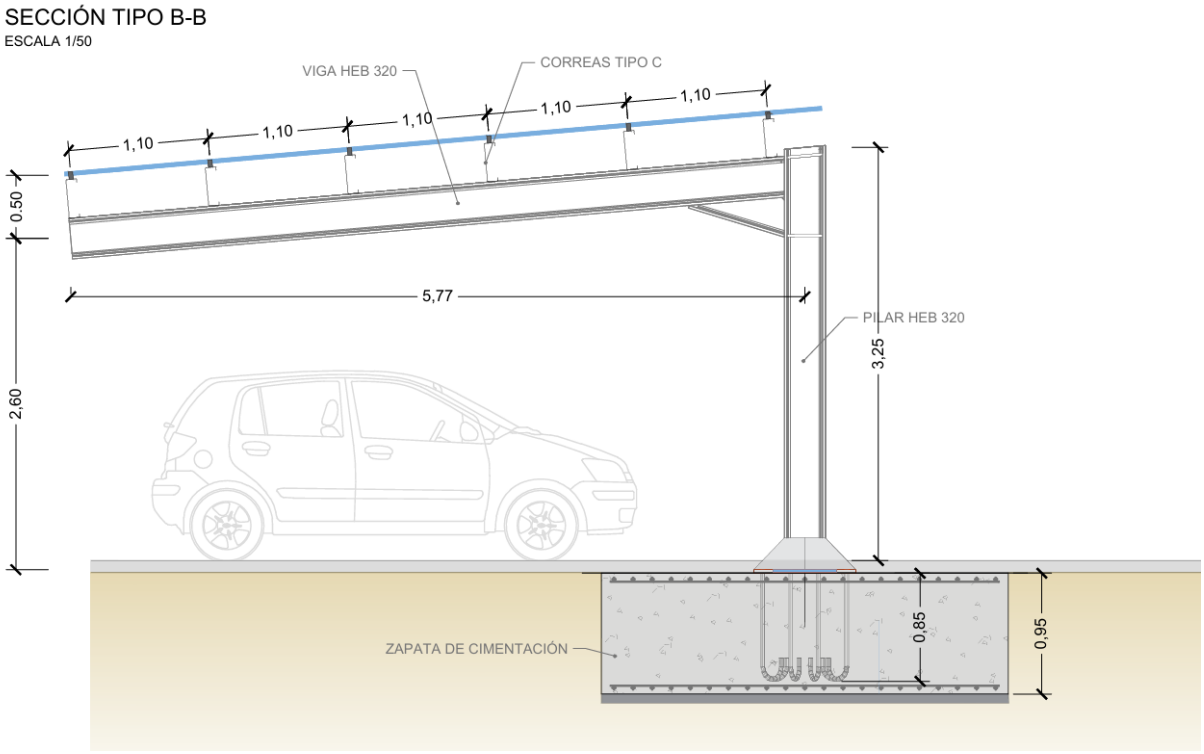


Ilustración 3. Sección tipo 2 (marquesina 4)

El detalle constructivo del nudo incluye además rigidizadores verticales soldados en el alma del pilar (188×105×16 mm), que mejoran la distribución de esfuerzos y evitan deformaciones locales en las alas.

Las uniones se resuelven mediante soldadura continua, siguiendo las especificaciones del Código Estructural y la UNE-EN 1090-2.

Sobre la viga principal se disponen correas metálicas tipo C de acero S235JR separadas 1,10 metros, conformadas en frío y fijadas perpendicularmente mediante tornillería autotaladrante galvanizada. Estas correas sirven de soporte directo para los rieles de sujeción de los módulos fotovoltaicos, transmitiendo las acciones de peso propio, nieve y viento a la estructura principal.

Cada pórtico se apoya sobre una zapata aislada rectangular de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. La zapata presenta unas dimensiones

en planta de 2,36 × 2,46 m y un canto total de 0,80 m, con armadura inferior Ø16 mm cada 15 cm en ambas direcciones. El hormigón se ha diseñado para clase de exposición XC2, conforme al Código Estructural, y con una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar acumulaciones de agua.

El pilar metálico se fija mediante una placa base 550×550×20 mm (S275JR) anclada al hormigón con 12 pernos Ø24 mm tipo A-4t, empotrados y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa y la zapata se dispone una capa de nivelación de 20 mm de mortero para garantizar la planitud y el reparto uniforme de cargas. Los pernos se introducen en el hormigón con anclaje en “J” orientado hacia el centro de la placa, con una longitud de empotramiento mínima de 400 mm.

Las verificaciones geotécnicas y estructurales confirman que las tensiones de contacto son ≤ 0,14 Mpa y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento cumplen los requisitos del Código Estructural.

Replanteo de zapatas

El replanteo de las zapatas se ha definido en función de la geometría general del aparcamiento y de la modulación estructural de las marquesinas, manteniendo la separación entre pórticos de 7,50 m a lo largo de cada alineación, salvo en los tramos finales donde se ha ajustado ligeramente la distancia para adaptarse al límite del vial y al ancho útil de las plazas de estacionamiento.

Cada pórtico —tanto en las marquesinas dobles tipo 1 como en la marquesina simple tipo 2— se apoya sobre una única zapata aislada de hormigón armado HA-30, centrada bajo el eje del pilar metálico.
Las zapatas son de planta rectangular y se han dimensionado según las solicitaciones obtenidas del cálculo estructural, garantizando tensiones de contacto ≤ 0,14 MPa y coeficientes de seguridad superiores a 1,50 frente a vuelco y deslizamiento.

El replanteo geométrico se ha realizado conforme a los ejes definidos en los planos de estructura, alineando los centros de zapata con los ejes longitudinales de cada alineación de marquesinas. La posición y nivelación de los pernos de anclaje se asegura mediante plantillas metálicas de replanteo, verificadas topográficamente antes del hormigonado. Tras el vertido del hormigón, se comprueba la cota de apoyo, la verticalidad de los pernos y su coincidencia con las coordenadas teóricas de los pilares definidos en el modelo estructural.

Cada zapata se apoya sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor, dispuesta sobre el terreno natural previamente compactado y nivelado. La superficie superior de la zapata se ha ejecutado con una pendiente del 1° hacia el exterior, de forma que se garantice la evacuación de agua y se reduzca el riesgo de encharcamiento alrededor del pilar metálico.

2.4 Marquesinas del andén

Las marquesinas del andén se sitúan en los andenes norte y sur de la estación, proporcionando cobertura a las zonas de espera y tránsito de viajeros. Cada andén dispone de una alineación de marquesinas metálicas de desarrollo longitudinal aproximado de 70 m, conformadas por una serie de pórticos metálicos separados 4,00 m entre sí. El diseño estructural mantiene una disposición uniforme y alineada con el borde del andén, situando los pilares a 0,50 m del límite del andén para garantizar el gálibo de paso y evitar interferencias con la infraestructura ferroviaria existente.

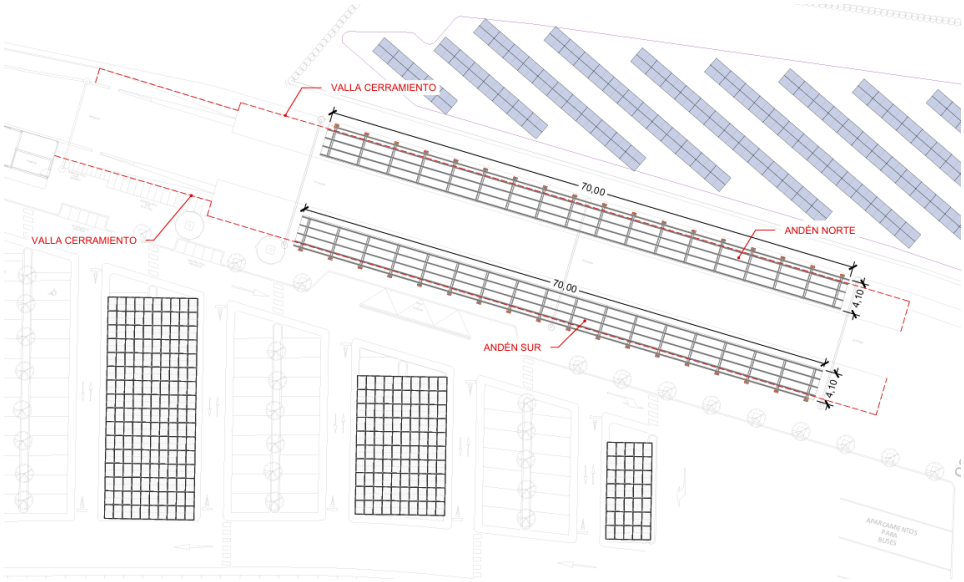


Ilustración 4. Plano planta estructura andén

Cada pórtico está formado por un pilar vertical HEB 220 B y una viga principal HEB 220 B, ambos en acero S275JR conforme a la norma UNE-EN 10025-2. El sistema presenta una pendiente de cubierta de aproximadamente 5°, orientada hacia el exterior del andén para favorecer la evacuación del agua de lluvia. La unión entre viga y pilar se resuelve mediante soldadura continua, reforzada con una cartela metálica triangular ejecutada con ½ perfil HEB 220 B, que actúa como elemento de rigidización local frente a las solicitaciones de cortante y momento negativo en el arranque de la viga.

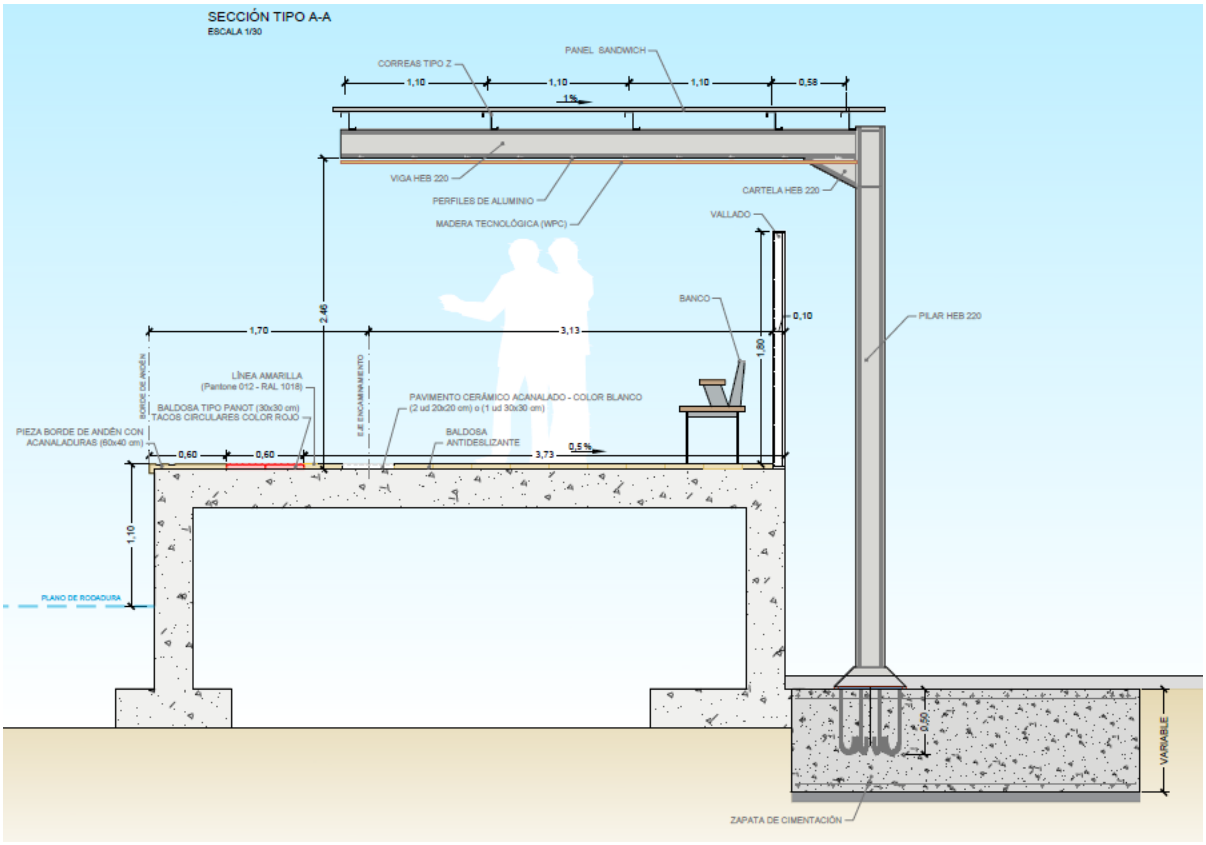


Ilustración 5. Sección tipo marquesina andén

El gálibo libre bajo la marquesina es de 2,46 m desde la cota del andén terminado, mientras que la altura total desde la zapata hasta la coronación de la viga alcanza 4,20 m. Esta configuración garantiza la compatibilidad con las circulaciones de pasajeros y la ventilación transversal de los andenes.

Las correas de cubierta se resuelven mediante perfiles tipo Z 140×60×53×2,5 mm de acero S235JR, separa 0,70 metros, conformadas en frío y dispuestas perpendicularmente a la viga principal. Estas correas transmiten su peso propio y las acciones climáticas (viento y nieve) a la estructura principal, además de soportar los cerramientos ligeros de la cubierta.

Cada pilar se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor. Debido a la proximidad al borde del andén, las zapatas son rectangulares y excéntricas, adaptadas para mantener el eje del pilar a 0,50 m del borde sin comprometer la estabilidad global. El diseño se ha realizado conforme al Código Estructural, con clase de exposición XC2, e incluye una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar encharcamientos en torno a la base del pilar.

Cada pilar metálico se fija a la zapata mediante una placa base de acero S275JR (500×500×18 mm), anclada con 4 pernos Ø20 mm tipo A-4t empotrados en el hormigón y fijados con mortero sin retracción tipo R4. Entre la placa base y la zapata se dispone una capa de nivelación de 20 mm de

mortero, asegurando la planitud del apoyo y el reparto homogéneo de esfuerzos. El anclaje se ejecuta con los pernos en forma de “J”, orientados hacia el centro de la placa y con longitud útil de empotramiento ≥ 400 mm.

Durante la ejecución se ha garantizado la correcta alineación mediante plantillas metálicas de replanteo y control topográfico previo al hormigonado, asegurando la coincidencia con los ejes teóricos definidos en el modelo estructural y la compatibilidad con los cimientos de los postes de catenaria, evitando interferencias. Las dimensiones típicas de zapata son del orden de 1,45 × 2,50 m con un canto de 0,80 m, incorporando armadura inferior Ø16 mm c/15 cm en ambas direcciones.

Los resultados del cálculo confirman que las tensiones transmitidas son inferiores a los valores admisibles y que los factores de seguridad frente a vuelco y deslizamiento superan 1,50, cumpliendo los requisitos normativos.

2.4.1 Andenes

Se amplía el andén 2 hasta el límite interior de los postes de la catenaria que quedan exentos por lo que la ampliación es de 1m de ancho.

Se proyecta la ampliación con igual sección a la existente. La tipología constructiva de ambos es de muros de hormigón prefabricado en paramentos verticales tanto de lado vía, como de lado calle. En cuanto al forjado de los andenes su tipología es de losa armada in situ sin aligerar, apoyada sobre los muros de andén en sus extremos.



Ilustración 4. Interior del andén 2

El muro es de 25cm de espesor con zapata vuelta de 1m de longitud y 30cm de espesor. La losa de 20cm de espesor se atará a la existente.

2.4.2 Edificios

Se proyecta el nuevo edificio de acceso a la estación junto al existente para permitir el funcionamiento de éste último mientras se ejecutan las obras.

Adicionalmente se incorpora al proyecto un edificio complementario anexo al edificio de enclavamiento para albergar una cafetería con aseos de uso público permitiendo así disponer de este servicio en la estación. La cafetería se define en el presente proyecto únicamente en su envolvente.

El centro de enclavamiento actual contiene numerosas instalaciones de difícil traslado por lo que se mantiene. Se proyecta la modificación de su fachada para integrarlo en el nuevo conjunto, manteniendo la fachada con el mural del artista Joan Agulló.

Para ello se plantea picar el alero para enrasarlo con la fachada, además de demoler la cubierta de teja curva, ya que debajo existe un recinto cerrado prefabricado, se realizará una protección de este punto frente a humedades y se pondrá un sistema de recogida y evacuación de aguas, para recubrir el edificio con doble fachada de panel sándwich con terminación en láminas de acero galvanizado pintado en blanco (sistema similar al de las fachadas ventiladas), al igual que el nuevo edificio anexo, de modo que se planea la armonización visual de todo el conjunto mediante los acabados.



Ilustración 6. Edificio de enclavamiento

Edificio de acceso

El uso del edificio es la instalación del control de acceso exclusivamente. Adicionalmente a la dependencia principal, se anexan dos cuartos de instalaciones, uno para las instalaciones eléctricas y otro de almacén.

El edificio se construirá respetando el mismo eje de la envolvente del edificio antiguo, junto al límite de vía. La envolvente sureste se separa de la nueva línea de bordillo del aparcamiento unos 4,30 m y, en el estrechamiento, se encuentra a unos 2,50 m.

El edificio de control tiene un espacio principal para la entrada y salida de usuarios, con unas dimensiones interiores de 9,95 m x 4,80 m y una altura de 2,60 m. En el centro se instalarán tres tornos de control accesibles y una máquina para la compra de billetes.

El ingreso se plantea en esquina, con dos puertas enrollables metálicas y un voladizo que enmarca la entrada. Para el acceso a los andenes también se colocará una puerta con las mismas características que estará enfrentada a la rampa de estos. Dispondrá de una ventana de 3,00 m x 2,20 m en la fachada sureste para el ingreso de luz y ventilación. Este espacio está pensado para permanecer abierto en las horas de circulación de los trenes; cuando el transporte finalice sus recorridos diarios, se procederá a cerrar el edificio.

A este espacio principal se le anexan dos áreas de servicio, una en cada extremo. Por un lado, el cuarto técnico, con unas dimensiones de 10,96 m² , albergará todas las instalaciones necesarias para la planta, fotovoltaica. Por otro lado, en el extremo noreste, se ubica un almacén para uso exclusivo SFM, con unas dimensiones de 11,95 m².

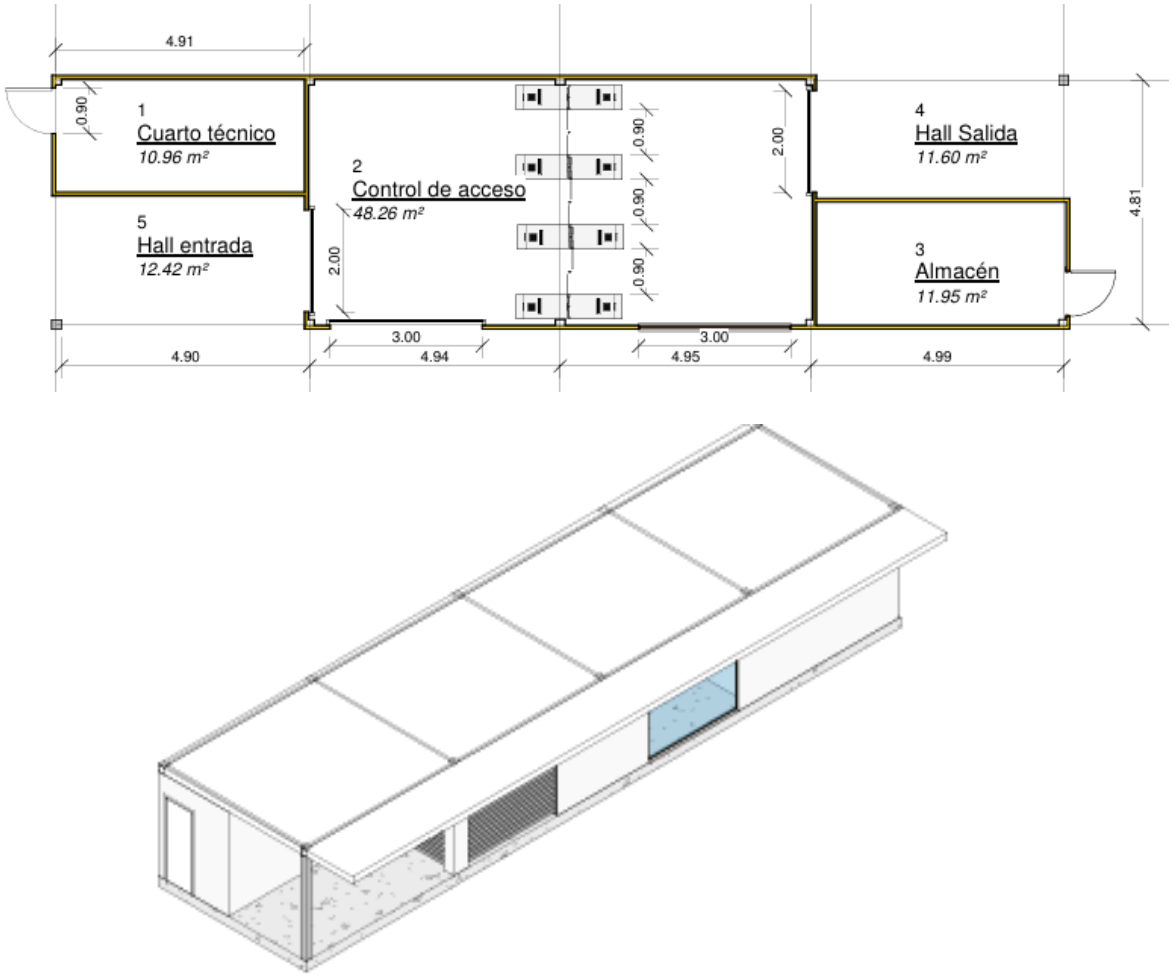


Ilustración 7: Edificio de acceso

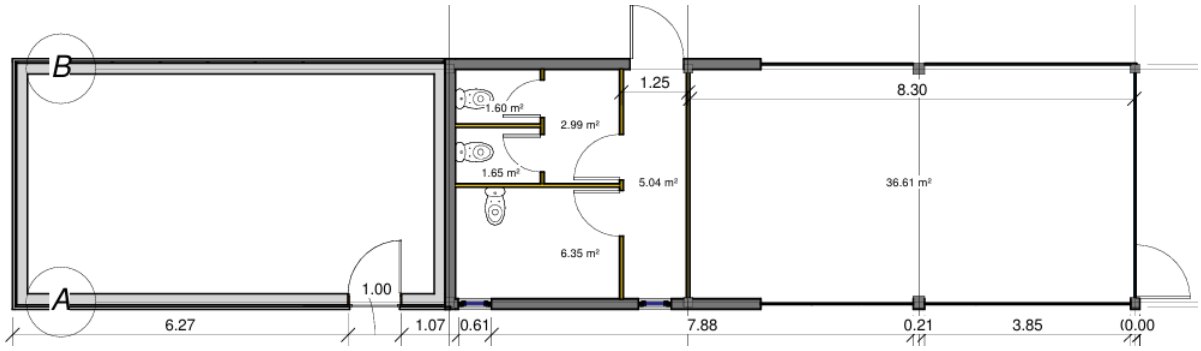
Edificio complementario: cafetería y aseos

Este edificio se implantará como anexo del edificio de enclavamiento existente. El uso principal del edificio es albergar en el futuro una cafetería que no forma parte del proyecto, se proyecta la envolvente del edificio y sus instalaciones y los aseos que puedan dar servicio a ésta y a la estación.

La cafetería se anexa al lateral sureste del edificio existente de la calle Guillem Moragues, continuando con el mismo ancho con la intención de que se vea como un solo edificio. Se basará en una planta libre de 4,24 m x 12,75 m interiores. Se prevé una preinstalación para los servicios de agua y fecales para una posible área de servicios. Contará con dos aseos para hombres y mujeres y otro para personas con movilidad reducida.

El acceso está previsto en la cara sureste y se colocará una puerta de servicio en la cara noreste, que da solamente acceso a los aseos, que podrán ser utilizados, aunque no esté en uso la zona de la cafetería.

La distancia existente a la calle Guillem Moragues es de 6,55 m, del nuevo bordillo del lado sureste se encuentra a 19,20 m y del lado noreste se encuentra a 3,25 m.



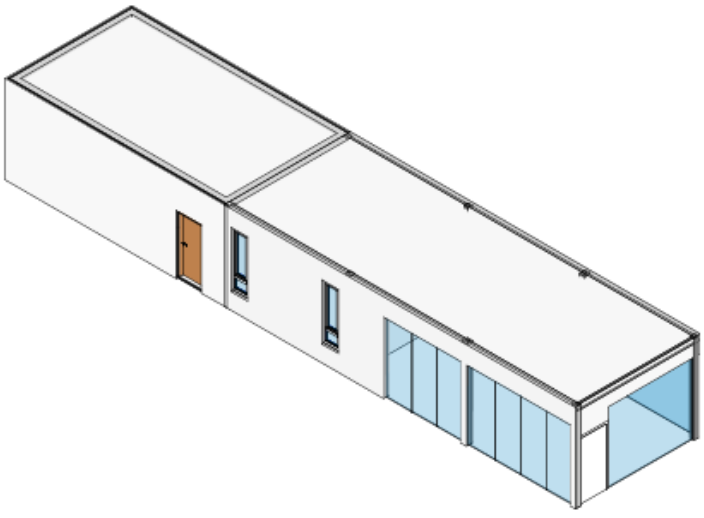


Ilustración 8: Edificio complementario. Cafetería y Aseos.

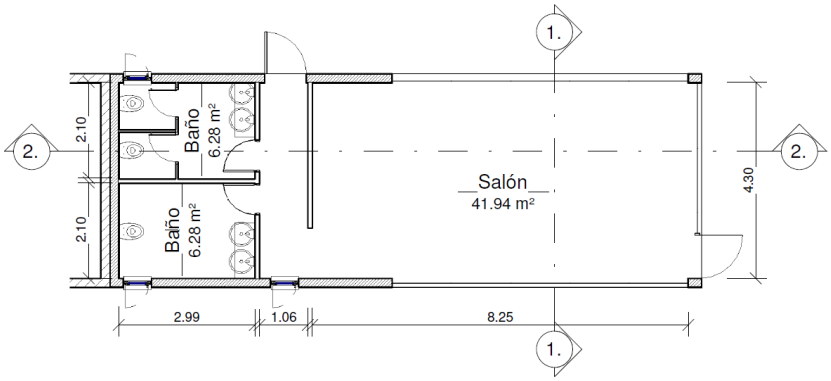


TABLA DE SUPERFICIES ÚTILES		
Edificio	**Local**	**Superficie**
CAFETERIA	Salón	36.61 m²
	Baño 1	6.25 m²
	Baño 2	6.35 m²
EDIFICIO DE ACCESO	Cuarto técnico	10.96 m²
	Almacén	11.95 m²
	Control de acceso	48.26 m²

Dadas las características del terreno, descritas en el apartado de datos previos, los edificios se cimentarán con losa de cimentación de 25cm de canto sobre terreno mejorado con una capa de limpieza.

2.4.3 Planta solar fotovoltaica

Se proyecta una planta solar fotovoltaica en suelo en el lado norte de la vía, ocupando el resto de parcela de SFM donde se ubica la subestación y las dos parcelas colindantes hacia el oeste, con una cantidad total de placas de 414 distribuidas en 19 filas.

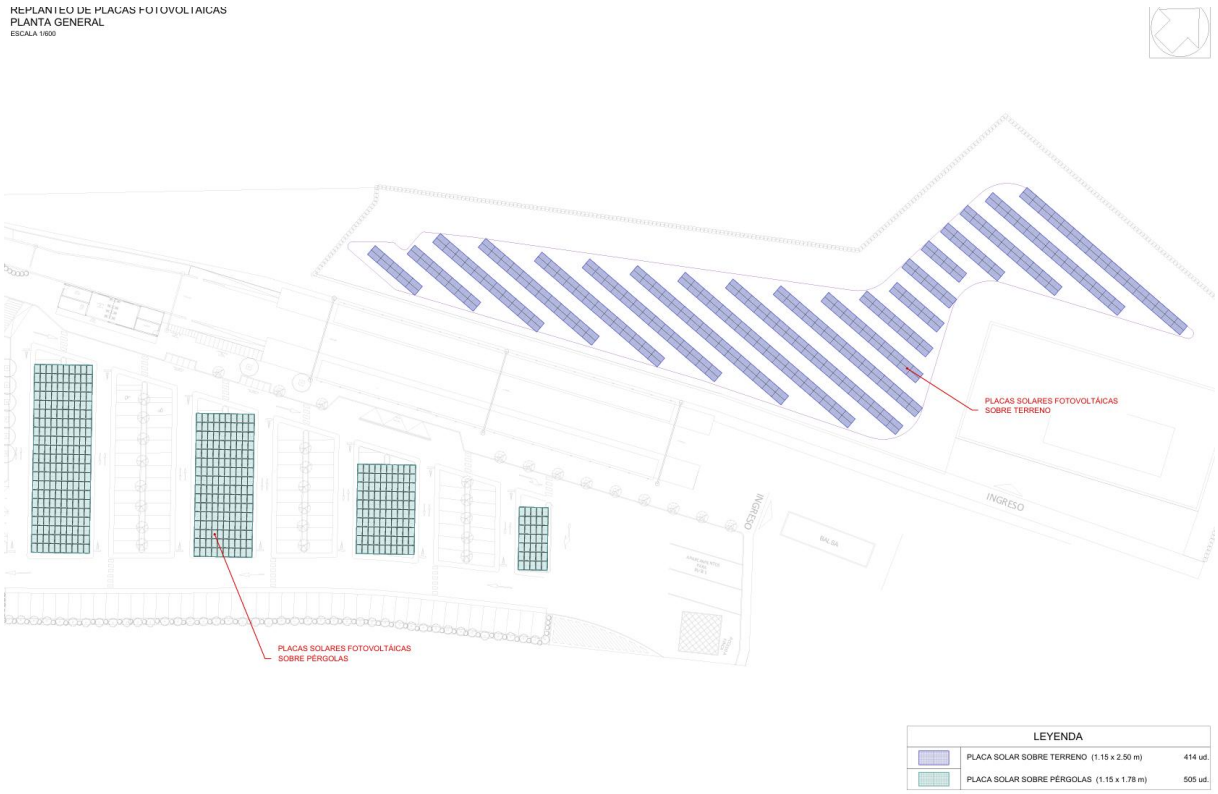


Ilustración 9. Planta fotovoltaica proyectada

La distribución en planta se ha realizado con las placas orientadas al sur, manteniendo un pasillo de 3m entre alineaciones y un pasillo perimetral de 8m para permitir el paso de vehículos de limpieza y mantenimiento.

En el aparcamiento se incorporan tres marquesinas metálicas con un total de 505 placas en la cubierta.

En total la instalación cuenta con una potencia instalada:

Planta FV	Pot. unitaria	Pot por módulos	Pot. inversor
Módulos (414 Uds)	635 Wp	262’89 kWp	
Inversores(2uds)	100kW		177’80 kWp
Inversores (1ud)	110 kW		85’09 kWp
Aparcamiento			
Módulos (505 Uds)	460 Wp	232’30 kWp	
Inversores(6 uds)	Varias potencias		232’30 kWp
Potencia total instalación		**495’19 kWp**	**495’19 kWp**

Atendiendo a la definición del Real Decreto, la potencia instalada del parque será de 496 kWp, que será la potencia a considerar a efectos de tramitación en la Direcció General d´Economia Circular, Transició energética y canvi climàtic.

2.4.4 Cargadores eléctricos y alumbrado

La estación dispondrá de generación de energía eléctrica mediante instalación de placas fotovoltaicas. Se pretende aprovecha parte de la energía generada para dar servicio de recarga a los vehículos eléctricos.

Para ello se instalarán tres módulos de recarga con dos puntos de carga, cada uno de ellos de 22kW modelo Urban T-22-C2 Gen3.

También se proyecta una instalación de alumbrado, para aparcamiento, zona de entrada a la estación y zona de espera de la estación.

Se generan unos cuadros eléctricos que funcionarán como protecciones de dicho alumbrado y de alimentación a los cargadores de vehículos eléctricos.

La instalación de alumbrado tendrá una clasificación energética A con el siguiente nivel de alumbrado:

Clase de alumbrado	Iluminancia horizontal en el área	
	Iluminancia Media Em (Lux)	Uniformidad media (mínima)
CE3	15	0.40

Se instalan farolas con luminarias Philips Urban Flex color negro en el aparcamiento, bajo las marquesinas se instalan fluorescentes de Philips Ledinaire Estanca G4 y en los andenes una iluminación continua empotrada en la cubierta de la marquesina.

En los andenes que no quedan cubiertos por marquesina se mantienen o reubican las actuales farolas.

2.4.5 Centro de transformación

Con la nueva instalación de generación se hace necesario sustituir el centro de transformación existente en la estación por uno de 630 KVA.

2.4.6 Cerramiento

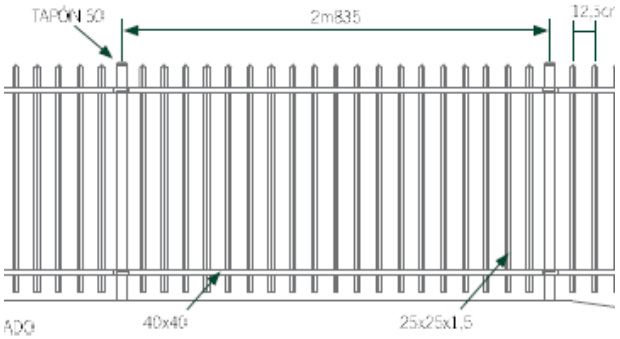
En el borde del andén se dispone un cerramiento metálico de **2,00 m de altura**, destinado a garantizar la seguridad de los usuarios y a delimitar el ámbito ferroviario, sin menoscabo de la integración arquitectónica de la estación.

El cerramiento se materializa mediante una **verja metálica prefabricada**, formada por bastidores con perfiles horizontales y barrotes verticales de sección cuadrada, configurados en disposición regular, que proporciona un adecuado equilibrio entre protección, visibilidad y permeabilidad visual. Los bastidores se disponen entre **postes metálicos de sección cuadrada**, anclados al borde del andén

mediante placas base y sistemas de anclaje mecánico o químico, garantizando la correcta estabilidad, alineación y durabilidad del conjunto.

La unión entre postes y bastidores se resuelve mediante elementos de fijación específicos del sistema de cerramiento, sin necesidad de soldaduras en obra, asegurando un montaje preciso y un acabado homogéneo. Todos los elementos metálicos disponen de **protección anticorrosiva**, basada en galvanizado y recubrimiento superficial, con acabado final en **color blanco**, acorde con la imagen general de la estación y el resto de las actuaciones proyectadas.

El diseño del cerramiento, de predominio vertical, permite mantener la visibilidad a lo largo del andén y hacia las vías, contribuyendo a la seguridad y al control visual del espacio, al tiempo que se integra de forma coherente en el conjunto arquitectónico de la estación.





2.4.7 Demoliciones

Se demuele todo el pavimento y acerado del aparcamiento existente así como el pavimento de los andenes. Se desmontará la caseta de acceso una vez construido el nuevo edificio.

3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ENTORNO

3.1 Planeamiento territorial y urbanístico

Tanto la estación de Petra como el ámbito de actuación del proyecto se ubican en suelo rústico. Dentro de las categorías de suelo rústico que define el PTIM, se diferencian dos categorías en el ámbito de estudio, suelo rústico general (SRG) y áreas de transición (AT) en las que se permite el uso de pequeñas infraestructuras tipo E-1. Así mismo, a nivel territorial se identifica un tramo afectado por las áreas de protección del territorio (APT) de carreteras correspondiente a la parcela colindante con la carretera secundaria Carrer de Gerreria.

En lo que se refiere a la normativa urbanística municipal (NNSS Petra,1995), todo el ámbito del proyecto está catalogado como áreas agrícolas y ganaderas del suelo rústico general (SRG_AR_AR).

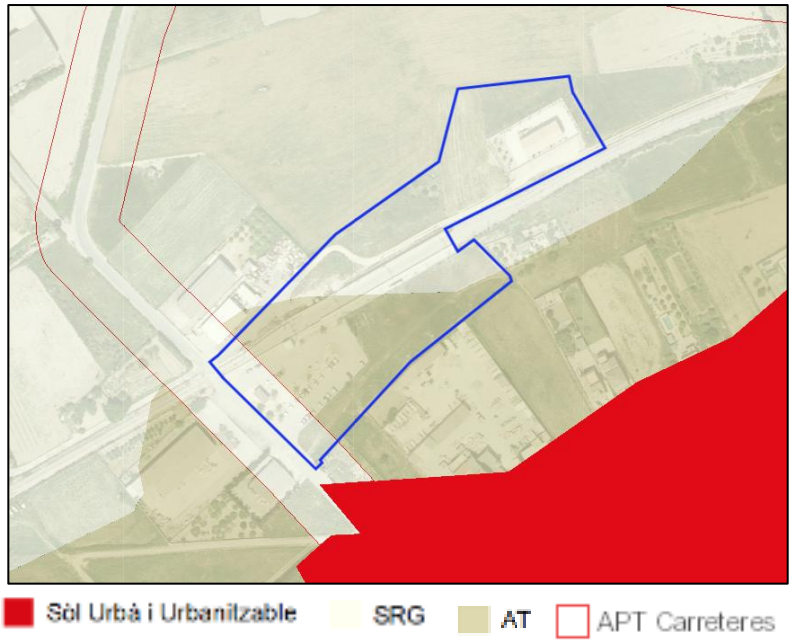


Ilustración 6. Información territorial del ámbito de afección (fuente: IDE Mallorca)

El Consell ha elaborado un PLAN DE MEJORA DE LA MOVILIDAD VIARIA Y FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE ESTACIONAMIENTOS DE INTERCAMBIO MODAL (PEIM), en el documento de segunda aprobación inicial, Anexo 1 Fichas de estacionamiento de intercambio modal existente, se contempla el aparcamiento de la estación de Petra para su adecuación.

3.2 Áreas naturales protegidas

El ámbito del proyecto **no se encuentra dentro de los límites de ningún espacio incluido en la Red Natura 2000 (LIC, ZEPA, ZEC), ni tampoco por los Espacios Naturales Protegidos** definidos en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

En lo que se refiere a las Áreas de Especial Protección de Interés de la Comunidad Autónoma, el ámbito del proyecto tampoco se ve afectado **por ninguna de las figuras de protección (ARIP, ANEI, AAPI) definidas en la Ley 1/1991,** de 30 de enero, de espacios naturales y régimen urbanístico de protección de las Illes Balears.

3.3 Áreas de prevención de riesgos

El ámbito del proyecto no se ve afectado por ninguna de las áreas de prevención de riesgos (incendios, inundación, erosión y desprendimiento) definidas en el PTI Mallorca, siendo la zona afectada más cercana la relativa al APR de inundación que afecta al torrente de Petra ubicado a unos 100 m de distancia de la estación.



Ilustración 7. Áreas de prevención de riesgos del PTI Mallorca (fuente: IDE Mallorca)

Del mismo modo, no se identifica dentro del ámbito de actuación ninguna zona potencialmente inundable de las recogidas en los *Planes Geomorfológicos de Inundación*, ni tampoco se ve afectada por las áreas con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI) recogidas en Mapas de peligrosidad de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación elaborados por la Demarcación Hidrológica de las Illes Balears. No obstante, al igual que ocurre con las APR, las zonas potencialmente inundable más próximas serían las que afectan al torrente de Petra que transcurre por el lado oeste de la estación del tren.

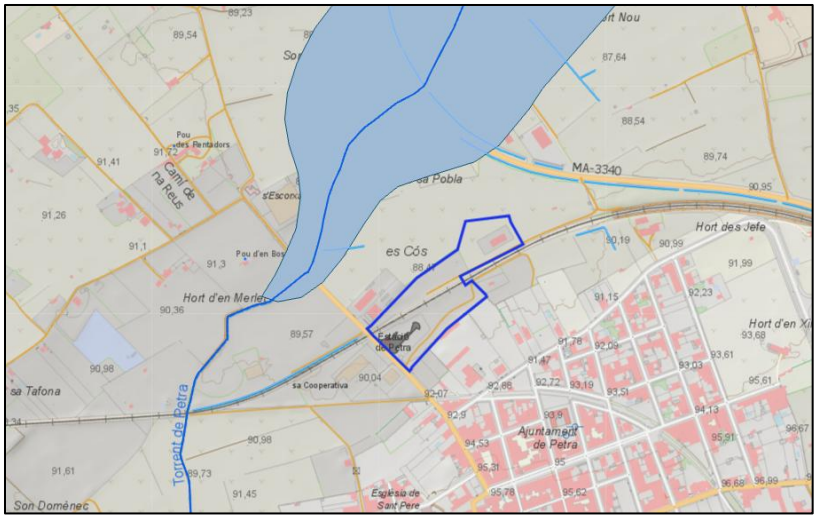


Ilustración 8. Zonas potencialmente inundables (fuente: IDEIB)

Como ya hemos comentado anteriormente, la estación de Petra dispone de diversas infraestructuras que dan servicio a la red ferroviaria, por lo que parte del ámbito de actuación se encuentra ya trasformado. Por el contrarío, la superficie restante que englobará la ampliación del aparcamiento y la

instalación fotovoltaica prevista se mantiene en su estado original, con terrenos agrícolas y prados artificiales característico en todo el entorno inmediato del núcleo urbano.

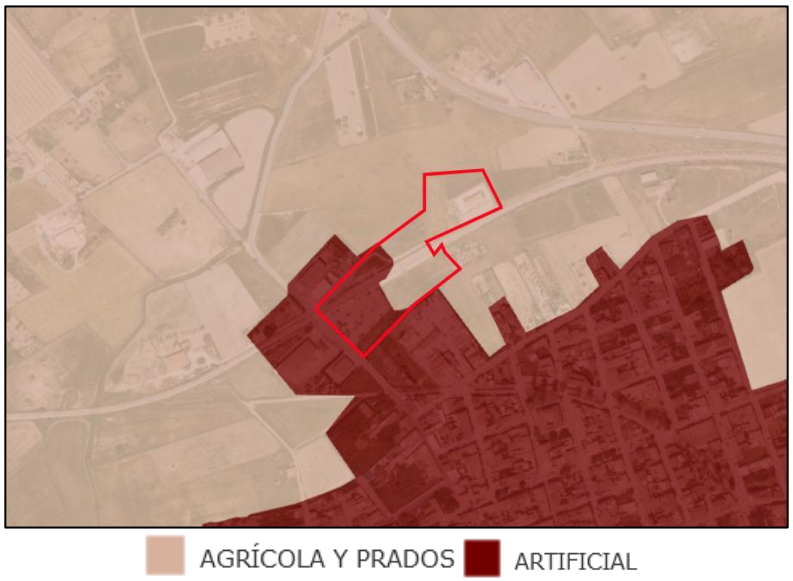


Ilustración 9. IV Inventario forestal de las Illes Balears (fuente: IDEIB)

Estas características hacen que el ámbito del proyecto sea identificada como una **zona sin riesgo o con bajo riesgo de incendio forestal** según el *IV Plan General de Defensa contra los incendios forestales de las Islas Baleares (2015-2024).*



Ilustración 10. Riesgo de incendio forestal. IV Plan (2015-2024) (fuente: IDEIB)

3.4 Población y economía

Petra es un municipio ubicado en la región central de Mallorca, conocida como el Pla de Mallorca. Linda con los municipios de Villafranca de Bonany, Sant Joan, Sineu, Ariany, Santa Margalida, Artà, Sant Llorenç des Cardassar y Manacor.



Este municipio tiene una superficie de 6.930 Ha y una población de 3.118 habitantes según los datos del INE (2023). Desde el año 2016 el crecimiento poblacional se ha mantenido en ascenso, alcanzando un incremento de la población en el año 2023 del 12,4% con respecto al mismo (2.774 habitantes).



Durante siglos el principal motor de esta localidad ha sido la agricultura, ganadería y el comercio por su ubicación geográfica, a día de hoy como en la mayoría de las localidades de Mallorca sus habitantes desarrollan sus trabajos en el sector de servicios.

Según los datos registrados en el último trimestre 2024, el municipio de Petra registró un total de 108 empresas de alta en la seguridad social, repartidas según su sector de actividad en un 54% a servicios, un 20% a construcción, un 18% al industrial y un 8% a la agricultura y pesca.

En lo referente a los afiliados a la seguridad social del municipio para este mismo trimestre, el 62,53% de los mismos proceden del sector servicios, y dentro de éste el 16,19% corresponde al sector turístico.

3.5 Climatología

El clima estepario local ejerce una influencia significativa en los patrones meteorológicos de Petra. A lo largo del año, las precipitaciones son escasas en Petra. La clasificación climática de Köppen-

Geiger identifica este patrón de clima en particular como perteneciente a la categoría de BSk. La temperatura media anual registrada en Petra es 17.7 °C, según los datos disponibles. En un año, la precipitación es 401 mm.

El mes caracterizado por los niveles de precipitación más bajos es julio, que presenta un mero 5 mm de precipitaciones. El mes de octubre experimenta la mayor cantidad de precipitaciones, con un valor medio de 57 mm.

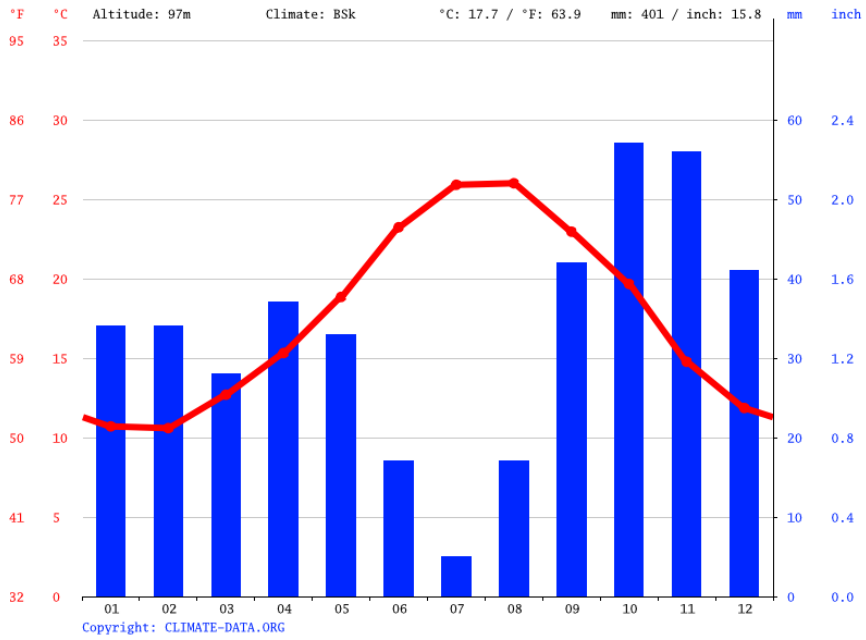


Ilustración 11 . Climograma de Petra (fuente: Climate-data.org)

De media, el mes de agosto experimenta la temperatura más alta, con un valor medio de 26.0 °C. El mes de febrero se caracteriza por las temperaturas más bajas, que tienen una lectura media de 10.6 °C.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	10.7	10.6	12.7	15.3	18.8	23.2	25.9	26	23	19.7	14.8	11.9
Temperatura min. (°C)	7.8	7.5	9	11.5	14.7	18.7	21.5	22	19.7	16.8	12.2	9.3
Temperatura máx. (°C)	13.8	13.9	16.6	19.4	23.2	27.9	30.6	30.5	26.7	23	17.6	14.8
Precipitación (mm)	34	34	28	37	33	17	5	17	42	57	56	41
Humedad(%)	77%	73%	70%	67%	64%	60%	60%	63%	68%	73%	75%	77%
Días lluviosos (días)	5	5	4	5	3	2	1	2	5	6	6	5
Horas de sol (horas)	6.5	7.1	8.8	10.0	11.4	12.4	12.1	11.1	9.1	7.9	6.8	6.4

Data: 1991 - 2021 Temperatura min. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Ilustración 12. Tabla climática. Datos históricos del periodo 1991-2021 (fuente: Climate-data.org)

En lo referente al viento, la velocidad promedio del viento por hora en Petra tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. No obstante, la época más ventosa se produce entre los meses de octubre a abril con una velocidad promedio de más de 17 km/h, siendo el más de diciembre en el que se registran los de velocidad promedio más alta con un 21,1 Km/h.

3.6 Geología

Según el Mapa Geológico de las Illes Balears, el ámbito del proyecto está formado mayoritariamente por materiales del Mioceno Inferior (burdigaliense) caracterizado por la presencia de margas, areniscas y conglomeradas. Así mismo, en el límite noroeste colindante con el ámbito del proyecto, se observa una franja de contacto discordante en la que predominan los limos, arcillas y gravas de la época del Cuaternario, y que en nuestra caso, abarcaría una pequeña parte del extremo norte del área de actuación. Así mismo, los resultados del estudio geotécnico quedan referidos en el apartado 5.2 del proyecto.

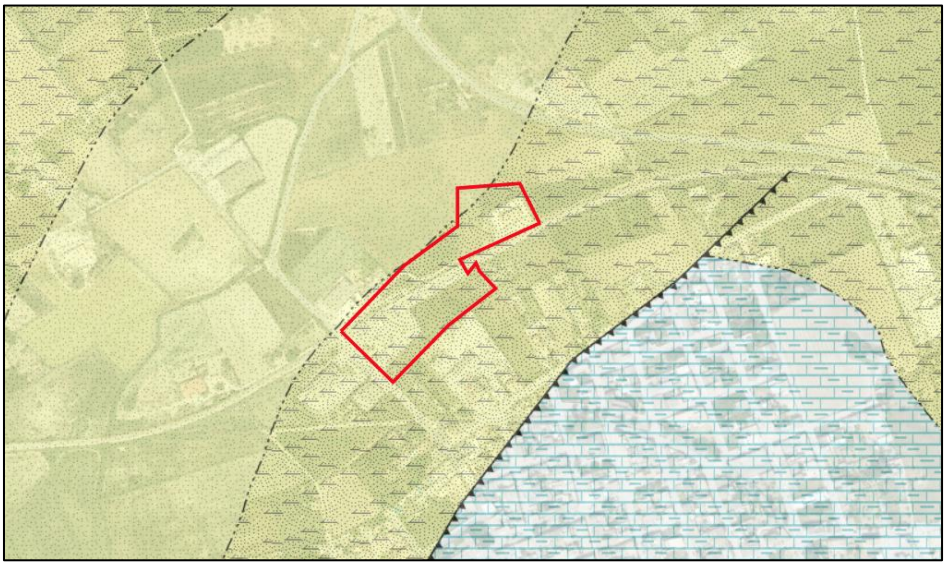


Ilustración 13. Mapa geológico y estructural del ámbito del proyecto (fuente: IDEIB)

3.7 Hidrología

Analizada la hidrología superficial del ámbito objeto de estudio, no se identifica ninguna masa de agua superficial, ni tampoco ningún elemento perteneciente a la red hidrográfica provisional de las Illes Balears que afecte al ámbito de actuación del proyecto, lo que hace que tampoco se vea afectado por las zonas potencialmente inundables recogidas en los *Planes Geomorfológicos de Inundación* como se detalla más adelante.



Ilustración 14. Red hidrográfica provisional (fuente: IDEIB)

A nivel de aguas subterráneas, el ámbito de estudio se encuentra situado sobre la masa de agua subterránea 1815M4 denominada Petra, la cual pertenece a la unidad hidrológica 18.15 Sierras centrales ocupando una extensión de 154,89 km^2 equivalente al 45,2% de su extensión total de la U.H. (342 km^2)

La estructura interna del acuífero está formada en su parte superficial con un espesor de 100m por calizas y margocalizas propios del Jurásico, y en su parte profunda , encontramos calizas y dolomías del Liásico. Presenta un estado cuantitativo en riesgo con un índice de explotación entre el 80-100% según los parámetros que se analiza el PHIB (2022-2027), con un estado global de la masa de agua subterránea calificado como malo.

Código	Denominación	Porcentaje de explotación	Tendencia niveles	Riesgo de cloruros	ESTADO CUANTITATIVO
1815M4	Petra	99,04%%	Sin tendencia	Sin riesgo	Riesgo

Tabla 1. Estado cuantitativo de la masa de agua subterránea (fuente: PHIB 2022-2027)

Código	Denominación	Estado cloruros	Estado nitratos	Estado sust. RD 140/2003	Estado sulfatos	ESTADO QUÍMICO
1815M4	Petra	Bueno	Malo	Bueno	Bueno	Malo

Tabla 2. Estado químico integrado de la masa de agua subterránea (fuente: PHIB 2022-2027)

Tal y como se muestra en la tabla, el estado químico en cuanto a concentración de nitratos es malo y con una tendencia en descenso según en comparación con el periodo anterior, aunque se mantiene en riesgo por contaminación por nitratos (es decir supera el 75% del umbral de potabilidad) formando parte de las zonas vulnerables por nitratos, definidas en el Decreto 18/2023 de 27 de marzo.

La contaminación por nitratos es un problema grave de contaminación difusa al medio hídrico y, en especial, a las aguas subterráneas. Puede provenir de varias fuentes como, por ejemplo: la agricultura, la gestión de las basuras de las explotaciones ganaderas, los sistemas autónomos de depuración, las redes de alcantarillado o los efluentes de las depuradoras.

En lo que se refiere a la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, entendiendo como tal a la sensibilidad del acuífero a la alteración de la calidad de las aguas subterráneas, o lo que es lo mismo, la facilidad con la que un contaminante puede llegar hasta el acuífero de forma natural, es decir sin tener en cuenta las contaminaciones que puedan llegar al acuífero mediante pozos u otras obras antrópicas en el subsuelo, es valorada como moderada en todo el ámbito de actuación.



Ilustración 15. Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación en el ámbito del proyecto (fuente: IDEIB)

3.8 Vegetación y fauna

El ámbito del proyecto se ubica entorno a la estación de tren de Petra, lo que hace que partamos de un espacio ya alterado por la mano del hombre y en el que, consecuentemente, la flora y fauna que se puede encontrar es principalmente antropófila, adaptada a la presencia y actividad humana. A esto cabe añadir la fragmentación del entorno que provocan las infraestructuras viarias y ferroviarias, grandes piezas urbanas de equipamiento y vallados de parcelas que dificultan la movilidad de la fauna.

Así mismo, para la identificación de la fauna y la flora existente en el área de intervención, nos basaremos en la catalogación realizada por la Conselleria d´Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern Balear a través del visor Bioatlas, el cual nos permite identificar los distintos tipos de especies

de flora y fauna que se distribuyen por las Illes Balears, diferenciando entre especies catalogadas, amenazadas y/o endémicas para cada una de las cuadrículas que conforman el visor.

El ámbito de estudio se ubica entre las cuadrículas 1x1km nº 3149 para la cual se identifican las siguientes especies:



Ilustración 16. Distribución de cuadrículas 1x1km del visor Bioatlas (fuente: IDEIB)

En general, como se puede observar en la siguiente relación de especies potencialmente presentes en el ámbito de actuación, no se identifica ninguna especie de relevancia ambiental que pudiera verse afectada por el ámbito del proyecto:

Grupo	Familia	Taxón (Especie)	Nombre común (Especie)	Catalogado	Amenazado	Endémico
LEPIDOPTERA	GEOMETRIDAE	*Idaea eugeniata*	*	No	No	No
LEPIDOPTERA	GEOMETRIDAE	*Idaea minuscularia*	*	No	No	No
AVES	HIRUNDINIDAE	*Delichon urbicum*	Cabot	No	No	No
AVES	HIRUNDINIDAE	*Hirundo rustica*	Oronella	No	No	No
AVES	PLOCEIDAE	*Passer domesticus*	Gorrió teulader	No	No	No

Tabla 3. Especies de flora y fauna . Cuadrícula 1x1: 3149 (fuente: IDEIB)

Según esta base de datos y teniendo en cuenta el carácter totalmente transformado del ámbito de actuación podemos concluir que en la zona de intervención **no se identifica ninguna especie relevante de flora, fauna y/o hábitats de interés** que pueda verse afectada por el alcance del proyecto.

3.9 Patrimonio

Según la Ley de Patrimonio Histórico de las Islas Baleares (BOIB núm. 165 del 29/12/1998 y BOE núm. 31 de 05/02/1999), el patrimonio monumental y arqueológico de Baleares está formado por todos aquellos bienes y valores de la cultura en cualquiera de sus manifestaciones que revelen un interés histórico, artístico, arquitectónico, histórico-industrial, paleontológico, social, científico y técnico para las Islas Baleares. También forman parte del patrimonio histórico de las Illes Balears los bienes que integran el patrimonio cultural inmaterial, de conformidad con lo que establece la legislación especial.

Según la información disponible sobre patrimonio histórico que facilita el Consell de Mallorca**, no se identifica** dentro del ámbito del proyecto, ningún edificio y/o elementos protegidos identificado como **bien catalogado (BC) o bien de interés cultural (BIC),** quedando fuera del perímetro de protección que engloba el conjunto histórico de Petra catalogado como BIC como se muestra en la siguiente imagen.

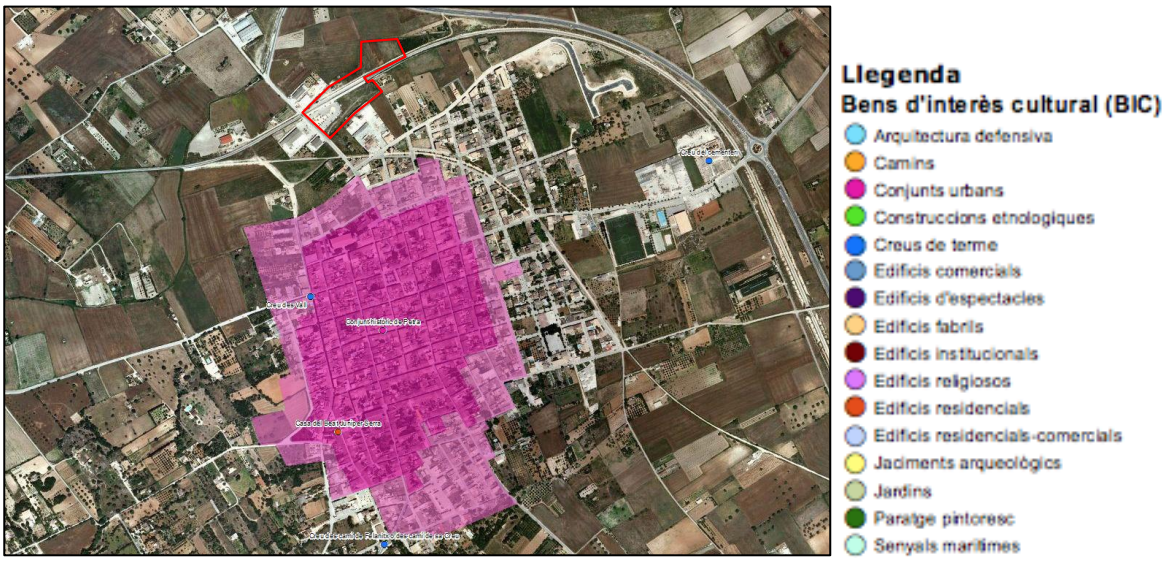


Ilustración17. Visor Patrimonio histórico del CIM (fuente: IDE Mallorca)

A nivel municipal, tampoco se identifica dentro del mismo, ningún elemento protegido incluido en el catálogo de patrimonio cultural del municipio de Petra (NNSS 1995), quedando fuera del entorno de protección que bordea el núcleo urbano del municipio declarado como BIC (13.12.2012).

3.10 Paisaje

El proyecto se ubica dentro de la unidad paisajística UP 9 Pla que recoge el Plan Territorial de Mallorca. Esta unidad constituye un paisaje eminentemente rural, homogéneo en el interior de Mallorca.

El ámbito del proyecto limita con la zona urbana, por lo que presenta un paisaje de carácter periurbano en el que el desarrollo de las infraestructuras de transporte y de la actividad empresarial que se desarrolla en las parcelas colindantes hace que se observe un paisaje más próximo a lo urbano que a lo rural.

4 POSIBLES AFECCIONES SOBRE LOS ELEMENTOS AMBIENTALES DEL ENTORNO

En el siguiente apartado se identifican las posibles afecciones sobre los elementos ambientales descritos para el ámbito de actuación, con el fin de proponer medidas de integración ambiental que permitan minimizar las posibles afecciones del proyecto. Para ello diferenciaremos entre la fase de ejecución y la fase de explotación del proyecto:

Fase de ejecución:

- Molestias a la población cercana, así como a los usuarios de la estación de Petra asociada a ruido o variaciones del tráfico derivadas de las obras.
- Pérdida temporal de la calidad del aire debido a la presencia y circulación de vehículos de gran tonelaje y maquinaria pesada en el entorno de la obra, dando lugar a:
  - La emisión de gases contaminantes derivado del consumo de combustible. Los principales contaminantes que se emitirán son monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NO_X) y dióxido de azufre (SO_2).
  - Aumento de la concentración de partículas en suspensión (movimientos de tierra, demolición de pavimento y acerado, tráfico rodado)
  - Incremento del nivel de ruido en el ambiente.
- Aumento de la posibilidad de que se produzcan episodios de contaminación por vertidos accidentales de productos que pueden tener incidencia sobre las aguas subterráneas y el suelo debido a la presencia de maquinaria pesada y el acopio de materiales.

- Incremento temporal de la ocupación del suelo por la introducción de elementos necesarios para el desarrollo de las obras (instalaciones auxiliares, acopio de materiales, maquinaria, etc.), que a su vez modificará temporalmente el paisaje de la zona.
- Alteraciones sobre el suelo y perdida de cubierta vegetal como consecuencia del uso de la maquinaria necesaria para el desarrollo de las obras y el acopio de materiales.
- Generación de residuos de obra (RCD), así como otro tipo de residuos asociado a los productos o materiales utilizados.

Fase de explotación:

- Ocupación permanente del suelo asociado a la instalación fotovoltaica y la ampliación del área de aparcamiento, lo que ocasionará la pérdida de superficie agrícola e impedirá la regeneración de la vegetación afectada por el proyecto.
- Posible alteración del paisaje del entorno asociado a la instalación fotovoltaica.
- Mejora de los servicios de la estación de Petra favoreciendo a la población de la zona y aumentando el atractivo de este medio de transporte colectivo frente al uso de vehículo privado.
- Consumo de energía más eficiente, implantando energías renovables y potenciando una movilidad más sostenible. Esto se traduce en un reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociada al consumo energético y quema de combustibles fósiles de los vehículos privados que permitirá reducir la incidencia sobre el cambio climático.
- Gestión más eficiente del agua de pluviales mediante la implantación de drenaje sostenible en el área destinada a aparcamiento.

5 MEDIDAS PREVENTIVAS, REDUCTORAS Y /O COMPENSATORIAS

Definidas las posibles afecciones ambientales que provocará la ejecución del proyecto, en el presente apartado se exponen las medidas preventivas, reductoras y/o compensatorias que tienen por objetivo:

- Prevenir, reducir, modificar o compensar el efecto del proyecto en el medio ambiente.
- Aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el medio para procurar el máximo éxito del proyecto, teniendo en cuenta su integración en el entorno.

5.1 Fase de ejecución

- Se instalará un cercado perimetral para delimitar las zonas de obras, impidiendo el paso de maquinaria fuera del mismo e intentando minimizar la superficie alterada.

- Antes del inicio de las obras el contratista entregará las fichas I.T.V. de todos los vehículos de obra, así como la documentación que acredite que toda la maquinaria tiene al día las revisiones estipuladas por el fabricante. Además, se debe exigir a la contrata la entrega de los certificados C.E. de toda la maquinaria. A lo largo del desarrollo de la obra se mantendrá la necesidad de la entrega de ambos tipos de documentación para la maquinaria de nueva incorporación.
- Revisión previa de la maquinaria y equipos que se empleen durante las obras, para asegurar un correcto funcionamiento de las mismas, sin pérdidas de aceite o combustible, o emisiones de ruidos o gases contaminantes que superen los límites autorizados. Cualquier máquina o equipo que incumpla estos límites será retirada de las obras. También revisión tanto de las zonas de acopio de materiales inflamables, como de las instalaciones eléctricas.
- Los vehículos y maquinaria de la obra deberán circular única y exclusivamente por los espacios de paso existentes, que deberán permanecer debidamente señalizados durante las mismas.
- Las tareas de maquinaria que generen ruido, así como el trasiego vehículos y transportes pesados se llevaran a cabo en horario diurno, de forma que no se altere la normal tranquilidad de las zonas urbanas próximas, intentando buscar en caso de ser necesario, rutas alternativas que eviten el paso por los cascos urbanos.
- Se limitará el número de maquinas que trabajen simultáneamente, y se controlará la velocidad de los vehículos de obra en la zona de actuación.
- Las máquinas permanecerán con el motor apagado siempre que no estén en funcionamiento, excepto en los intervalos cortos de tiempo entre trabajos sucesivos.
- Las movimientos de tierra se realizarán, en la medida de lo posible, en condiciones atmosféricas favorables para evitar la dispersión de partículas de polvo. En caso de transporte de grava en camiones, se utilizará una lona de protección.
- Se regará la zona afectada cuando sea necesario con el fin de evitar el levantamiento de polvo y otras partículas en suspensión, producidos por el tráfico y operación de vehículos pesados.
- Se priorizará la reutilización de la tierra vegetal que se retire para la restauración. En caso contrario, esta deberá ser tratada mediante un gestor autorizado.
- Se ajustarán las labores de desbroce a la superficie estrictamente necesaria, respetándose en la medida de lo posible, los elementos arbóreos que pudieran estar presentes en el ámbito del proyecto.

- Durante la realización de zanjas y para evitar que durante la noche queden atrapadas especies de fauna en las mismas, se dejará a modo de escape una tarima con la inclinación suficiente para facilitar su salida.
- Las zanjas permanecerán abiertas el menor tiempo posible.
- Siempre que sea posible, para la instalación fotovoltaica se deberán priorizar sistemas de anclaje sostenibles, que permitan minimizar la excavación y la alteración del suelo.
- Se deberá valorar la incorporación de barreras vegetales que minimicen el impacto visual de la instalación fotovoltaica sobre el paisaje del entorno.
- Los acopios de los materiales necesarios para la obra, suelo extraído, maquinaria, vehículos, instalaciones auxiliares, etc. serán ubicados en superficies estables y señalizadas según el uso de la misma. En caso de acopios de materiales peligrosos estos se situarán sobre un cubeto de retención para casos de rotura.
- La zona de acopio de materiales utilizados en la obra serán también rociados convenientemente y, en la medida de lo posible, cubiertos de forma que se reduzca al máximo la emisión de partículas a la atmósfera.
- La limpieza de camiones y maquinaria se realizará fuera de la obra, en las instalaciones propias del contratista. Así mismo, no se realizarán recargas de combustible en obra.
- En relación a la prevención de residuos durante la obra, se atenderá a las medidas que se indiquen en el plan de residuos de construcción y demolición que se deberá adjuntar al proyecto. Así mismo, el personal de obra deberá ser conocedor de la sistemática de recogida selectiva de residuos depositándolos en las zonas acondicionadas para ello.
- Se habilitará una zona de almacenamiento y acopio de residuos cumpliendo con todas las medidas establecidas en la normativa vigente.
- Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.
- Se realizará una limpieza periódica y sistemática de la zona de obras, clasificando y gestionando los residuos generados de acuerdo con la normativa vigente.
- Cualquier fuga o vertidos accidentales será controlado convenientemente y gestionado como residuo peligroso a través de una empresa gestora de residuos autorizada por el organismo competente.
- Al finalizar las obras, se retirarán todos los materiales de desecho: embalajes, cartones, basuras, restos de cemento, escombros y otros materiales de obra, etc.

5.2 Fase de explotación

- Planificación y control del mantenimiento preventivo de los nuevos equipamientos e instalaciones.
- Correcta recogida y gestión de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos que puedan generarse durante la explotación y mantenimiento de los nuevos equipamientos e instalaciones en base a los requisitos que establece la normativa de aplicación.
- Mantenimiento y repoblación con especies autóctonas de bajo requerimiento hídrico en las zonas ajardinadas.

6 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

6.1 Objeto y alcance

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) establece el sistema de seguimiento, control y verificación del cumplimiento de las determinaciones ambientales durante la ejecución de las obras y, en lo que resulte aplicable, durante la fase inicial de puesta en servicio y explotación. Su objetivo principal es garantizar que las actuaciones proyectadas se desarrollen de conformidad con las medidas preventivas y correctoras definidas en el Anejo nº16 de Integración Ambiental del proyecto, así como con la normativa ambiental de aplicación y las prescripciones del Pliego.

En este sentido, el PVA tiene como finalidad verificar la correcta implantación y eficacia de las medidas ambientales previstas, detectar de forma temprana posibles incidencias o desviaciones respecto a lo establecido en el proyecto, y activar, en su caso, las correspondientes medidas correctoras con el fin de evitar impactos ambientales no previstos o minimizar su alcance. Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental garantiza la adecuada trazabilidad documental de las actuaciones realizadas, mediante el registro sistemático de controles, inspecciones, actas, evidencias fotográficas, comunicaciones y cualquier otra documentación relevante asociada a la gestión ambiental de la obra.

El ámbito de aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental comprende la totalidad de las actuaciones definidas en el proyecto, incluyendo la reorganización y ampliación del aparcamiento con la implantación de sistemas de drenaje sostenible, las demoliciones y reposiciones de firmes y pavimentos existentes, la ejecución de las marquesinas, las intervenciones en los andenes ferroviarios, la construcción y adecuación de los edificios previstos (edificio de acceso y edificio complementario destinado a cafetería y aseos), así como la instalación de la planta fotovoltaica para autoconsumo y las actuaciones asociadas en el centro de transformación y en las instalaciones eléctricas de baja y media tensión.

El Programa de Vigilancia Ambiental se concibe, por tanto, como una herramienta dinámica de control y seguimiento que acompañará al desarrollo de las obras, permitiendo asegurar la correcta integración ambiental del proyecto, la compatibilidad de los trabajos con el entorno y el cumplimiento efectivo de las medidas ambientales definidas.

6.2 Organización y responsabilidades

Para la correcta implantación y seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental definido en el presente Anejo de Integración Ambiental, se establece una estructura mínima de responsabilidades que garantice la adecuada coordinación entre los distintos agentes intervinientes en la obra y el cumplimiento efectivo de las medidas ambientales previstas en este anejo.

La **Dirección Facultativa** será responsable de la supervisión general del cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, verificando que las actuaciones se desarrollan conforme a las determinaciones ambientales recogidas en el presente Anejo de Integración Ambiental y en el resto de documentos del proyecto. Corresponderá a la Dirección Facultativa la revisión y validación de los registros y documentación generada en el marco del Programa de Vigilancia Ambiental, así como la ordenación, cuando proceda, de la adopción de medidas correctoras adicionales en caso de detectarse desviaciones o incidencias ambientales durante la ejecución de las obras.

El **Contratista** será el responsable directo de la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctoras de carácter ambiental definidas en este anejo, debiendo aportar los medios humanos, materiales y organizativos necesarios para su adecuada implantación. Asimismo, el Contratista será responsable de la correcta gestión de la documentación ambiental, del mantenimiento de los registros derivados del Programa de Vigilancia Ambiental y de la coordinación de los distintos tajos de obra para asegurar el cumplimiento de las prescripciones ambientales durante todas las fases de ejecución.

A tal efecto, el Contratista designará un **Responsable Ambiental de Obra (RAO)**, que actuará como figura de referencia en materia ambiental durante el desarrollo de los trabajos. El Responsable Ambiental de Obra será el encargado de implantar en obra el Programa de Vigilancia Ambiental definido en el presente anejo, estableciendo los procedimientos operativos necesarios, la señalización ambiental específica y las acciones básicas de información y sensibilización ambiental dirigidas al personal de obra. Asimismo, realizará inspecciones periódicas en los distintos tajos, emitirá los correspondientes partes de seguimiento, recopilará evidencias documentales y fotográficas y mantendrá actualizados los registros ambientales. En caso de detectarse no conformidades o incidencias ambientales, el Responsable Ambiental de Obra propondrá y coordinará la aplicación de las medidas correctoras necesarias, realizando el seguimiento de su eficacia hasta su completa resolución.

Los **Encargados de obra y Jefes de tajo** serán responsables de asegurar, en el ámbito de sus respectivas unidades de trabajo, el cumplimiento efectivo de las medidas ambientales establecidas en el presente Anejo de Integración Ambiental, prestando especial atención a aspectos como el control del polvo, la correcta gestión de los residuos, la prevención de vertidos accidentales y el mantenimiento del orden y la limpieza en las zonas de obra. Su actuación permitirá integrar de forma efectiva las exigencias ambientales en la ejecución diaria de los trabajos, garantizando su aplicación práctica en el terreno.

6.3 Elementos a vigilar e indicadores de control

En coherencia con las afecciones ambientales identificadas en el presente Anejo de Integración Ambiental, relacionadas con la generación de polvo, emisiones acústicas, vertidos accidentales, producción de residuos, ocupaciones temporales del suelo y posibles afecciones al medio físico, la vegetación y el paisaje, se definen a continuación los elementos a vigilar y los correspondientes indicadores de control. El seguimiento ambiental se realizará sin establecer valores límite numéricos específicos, siendo de aplicación en cada caso los límites y criterios establecidos en la normativa vigente, las ordenanzas municipales y el Pliego de Prescripciones Técnicas.

6.3.1 Atmósfera: polvo y emisiones difusas

Descripción del riesgo

Durante las fases de demolición, movimiento de tierras, tráfico interno de maquinaria y acopios de materiales pueden generarse emisiones difusas de polvo susceptibles de producir molestias en el entorno inmediato de la obra.

Medidas de control

Se aplicarán medidas preventivas consistentes en la humectación o riego de las superficies potencialmente emisoras de polvo cuando las condiciones ambientales lo requieran, especialmente en periodos secos. Asimismo, se asegurará la cubrición de las cargas durante el transporte de materiales pulverulentos y se procederá a la limpieza de viales internos y accesos cuando se detecten arrastres de material.

Indicadores y registros

Como indicadores de seguimiento se dispondrá de partes de riego en los que se registre la fecha, la zona de actuación y la frecuencia en función de las condiciones ambientales, así como un registro de quejas o incidencias relacionadas con la emisión de polvo y de las medidas correctoras adoptadas.

6.3.2 Ruido y vibraciones

Descripción del riesgo

Las principales fuentes de ruido y vibraciones están asociadas al uso de maquinaria de obra y a las demoliciones, especialmente relevantes por la proximidad a usuarios, al entorno urbano y a la operación ferroviaria existente.

Medidas de control

Las actividades potencialmente más ruidosas se programarán preferentemente en horario diurno. Se verificará el adecuado mantenimiento preventivo de la maquinaria empleada, comprobando su documentación y su estado general, sin establecer valores numéricos adicionales a los exigidos por la normativa aplicable.

Indicadores y registros

El seguimiento se realizará mediante el registro de la maquinaria utilizada, incluyendo inspecciones, ITV y revisiones visuales de elementos como silenciadores o posibles fugas, así como mediante partes de inspección ambiental en los que se recojan observaciones sobre episodios puntuales de ruido y, en su caso, las medidas correctoras adoptadas.

6.3.3 Suelo y aguas subterráneas: prevención de vertido

Descripción del riesgo

El presente Anejo de Integración Ambiental identifica la necesidad de extremar las precauciones frente a vertidos accidentales, considerando la posible afección al suelo y a las aguas subterráneas del entorno.

Medidas de control

Se evitarán operaciones de mantenimiento de maquinaria con riesgo de derrame fuera de zonas específicamente habilitadas y, en caso de existir dichas zonas, se verificará la implantación de medidas de contención adecuadas. Se dispondrá en obra de kits absorbentes y de un procedimiento de actuación ante derrames, gestionándose como residuo peligroso cualquier material contaminado que pudiera generarse.

Indicadores y registros

Se elaborarán partes de incidencias o derrames en los que se recojan la localización, causa, alcance estimado y actuaciones realizadas, así como registros de retirada y gestión mediante gestor autorizado. Adicionalmente, se podrán utilizar listas de comprobación periódicas de zonas de acopio y almacenamiento de combustibles, en caso de existir.

6.3.4 Drenaje sostenible y gestión de aguas pluviales

Descripción del riesgo

El proyecto incorpora pavimentos drenantes en el aparcamiento y un sistema de drenaje para la correcta gestión de las aguas pluviales, siendo necesario evitar su colmatación o mal funcionamiento durante la ejecución de las obras.

Medidas de control

Se protegerán las superficies drenantes que se vayan ejecutando por fases para evitar su colmatación por finos, procediendo a su limpieza antes de la recepción de las unidades de obra. Se controlará la ubicación de acopios y la circulación de maquinaria para evitar la contaminación de la subbase drenante y se verificará visualmente el correcto estado de sumideros y elementos de drenaje.

Indicadores y registros

Se levantarán actas de inspección previas a la puesta en servicio de los pavimentos drenantes, en las que se refleje su estado de limpieza y funcionalidad, y se mantendrá un registro de incidencias relacionadas con encharcamientos y de las medidas correctoras adoptadas.

6.3.5 Gestión de residuos

Descripción del riesgo

Las demoliciones previstas y las actividades de instalación generan residuos de construcción y demolición, así como residuos peligrosos asociados a consumibles y embalajes.

Medidas de control

Se garantizará la correcta segregación de los residuos en origen, su acopio en zonas señalizadas y su retirada mediante gestores autorizados, con la correspondiente documentación acreditativa. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo para evitar arrastres y mezclas.

Indicadores y registros

Se archivará la documentación de retirada y gestión de residuos y se elaborarán partes de inspección periódicos relativos al orden y limpieza de las zonas de obra.

6.3.6 Vegetación, jardinería y restauración paisajística

Descripción del riesgo

Las actuaciones de obra pueden afectar temporalmente a zonas destinadas a jardinería y a elementos de integración paisajística previstos en el proyecto.

Medidas de control

Se delimitarán adecuadamente las zonas de obra para minimizar afecciones innecesarias. En caso de conservación o trasplante de ejemplares, se verificará que las actuaciones se realicen en épocas

adecuadas y con el correspondiente riego de asiento. Se controlará asimismo la reposición de marras durante el periodo inicial.

Indicadores y registros

Se elaborarán actas de plantación en las que se recojan las especies implantadas, su localización y la fecha de ejecución, así como registros de riegos iniciales y reposiciones realizadas cuando proceda.

6.3.7 Paisaje e integración visual

Descripción del riesgo

La implantación de la planta fotovoltaica y de los cerramientos puede generar una afección visual si no se ejecutan correctamente las medidas de integración previstas.

Medidas de control e indicadores

Se realizarán inspecciones visuales periódicas para verificar el orden y limpieza de la obra, la retirada de acopios temporales al finalizar los trabajos y la correcta ejecución de las pantallas vegetales y demás medidas de integración paisajística definidas en el presente Anejo de Integración Ambiental, dejando constancia de dichas verificaciones en los registros de seguimiento.

6.4 Programa de inspecciones y seguimiento

El Programa de Vigilancia Ambiental definido en el presente Anejo de Integración Ambiental se apoyará en un sistema de inspecciones y seguimiento continuo que permita comprobar, de forma sistemática, la correcta aplicación de las medidas preventivas y correctoras previstas, así como detectar de manera temprana posibles desviaciones o incidencias ambientales durante la ejecución de las obras.

El régimen de inspecciones se concibe como una herramienta dinámica, adaptable a las distintas fases de la obra y a la naturaleza de los trabajos en cada momento, permitiendo intensificar el control ambiental en aquellas actividades con mayor potencial de afección y reducirlo en fases de menor impacto.

6.4.1 Inspección inicial de obra

Con carácter previo o coincidiendo con el inicio de las obras, se realizará una inspección ambiental inicial destinada a verificar la correcta implantación de la obra desde el punto de vista ambiental. Esta inspección permitirá comprobar la delimitación de las zonas de trabajo, la ubicación de acopios y contenedores de residuos, la disponibilidad de medios para la prevención de vertidos accidentales, la señalización ambiental básica y la organización general de la obra conforme a lo establecido en el presente Anejo de Integración Ambiental.

De dicha inspección inicial se dejará constancia mediante un acta o parte de inspección ambiental, que servirá como referencia para el seguimiento posterior.

6.4.2 Inspecciones periódicas durante la ejecución de las obras

Durante el desarrollo de los trabajos se realizarán inspecciones ambientales periódicas, cuya frecuencia se adaptará a la fase de obra y al tipo de actividades en ejecución. Con carácter general, se prevé la realización de inspecciones de seguimiento con periodicidad al menos semanal durante las fases con mayor potencial de afección ambiental, tales como demoliciones, movimiento de tierras, pavimentaciones, ejecución de instalaciones y montaje de estructuras. En fases de menor impacto ambiental, como remates finales o trabajos puntuales, la periodicidad de las inspecciones podrá espaciarse, manteniéndose siempre un control suficiente que garantice el cumplimiento de las medidas previstas.

Las inspecciones periódicas permitirán comprobar, entre otros aspectos, el control del polvo y del ruido, la correcta gestión de los residuos, la prevención de vertidos, el estado de los sistemas de drenaje y la adecuada protección de las zonas ajenas a la obra, así como el grado de avance de las medidas de integración paisajística.

6.4.3 Seguimiento por la Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa realizará el seguimiento ambiental de las obras en el marco de sus visitas ordinarias de obra, verificando el grado de cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental y de las determinaciones establecidas en el presente Anejo de Integración Ambiental. En caso de detectar incidencias o desviaciones relevantes, la Dirección Facultativa podrá requerir la adopción de medidas correctoras adicionales o la intensificación de los controles ambientales, dejando constancia de ello en las actas de obra o en los registros correspondientes.

6.4.4 Registro de inspecciones y resultados

De todas las inspecciones realizadas en el marco del Programa de Vigilancia Ambiental se generarán los correspondientes registros, que incluirán como mínimo la fecha de la inspección, las zonas o actividades inspeccionadas, las observaciones realizadas y, en su caso, las incidencias detectadas y las medidas correctoras propuestas o ejecutadas. Estos registros formarán parte de la documentación ambiental de la obra y permitirán asegurar la trazabilidad del seguimiento ambiental durante toda la ejecución.

6.4.5 Ajustes del programa de seguimiento

El programa de inspecciones y seguimiento tendrá carácter flexible y podrá ajustarse durante la ejecución de las obras en función de la evolución de los trabajos, de la aparición de nuevas afecciones no previstas o de las indicaciones de la Dirección Facultativa. Cualquier ajuste del

programa se realizará manteniendo en todo momento los objetivos del presente Anejo de Integración Ambiental y garantizando un nivel de control adecuado a la magnitud y naturaleza de las actuaciones en curso.

6.5 Registros, gestión de incidencias y acciones correctoras

El Programa de Vigilancia Ambiental definido en el presente Anejo de Integración Ambiental se apoya en un sistema de registros que permite documentar de forma ordenada y trazable el seguimiento ambiental de las obras, así como la detección y resolución de incidencias ambientales que pudieran producirse durante su ejecución.

Los registros constituyen el soporte documental del Programa de Vigilancia Ambiental y tienen como finalidad acreditar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras establecidas, facilitar la supervisión por parte de la Dirección Facultativa y permitir el análisis de posibles desviaciones ambientales y de la eficacia de las medidas adoptadas.

6.5.1 Registros ambientales de obra

Durante la ejecución de las obras se mantendrán, al menos, los siguientes registros ambientales, sin perjuicio de aquellos adicionales que puedan derivarse de la normativa aplicable o de las indicaciones de la Dirección Facultativa:

- Registros de inspecciones ambientales periódicas, con indicación de fecha, zona o actividad inspeccionada, observaciones realizadas y conclusiones.
- Registros de control de polvo y riego, cuando proceda, incluyendo fechas y zonas de actuación.
- Registros asociados a la gestión de residuos, que incluyan la documentación de retirada y entrega a gestor autorizado.
- Registros de incidencias ambientales, tales como episodios de ruido, generación de polvo, vertidos accidentales o afecciones imprevistas.
- Evidencias fotográficas asociadas a inspecciones, incidencias y medidas correctoras.
- Registros de actuaciones relacionadas con jardinería, integración paisajística y reposición de marras, cuando proceda.

Todos estos registros formarán parte de la documentación ambiental de la obra y se conservarán debidamente ordenados y disponibles para su revisión.

6.5.2 Detección y comunicación de incidencias ambientales

Cualquier incidencia ambiental detectada durante la ejecución de las obras, ya sea como resultado de las inspecciones programadas o como consecuencia de hechos puntuales, deberá ser comunicada de forma inmediata al Responsable Ambiental de Obra y, cuando su relevancia lo aconseje, a la Dirección Facultativa.

La comunicación de incidencias incluirá una descripción sucinta del hecho detectado, su localización, la posible causa y una valoración inicial de su alcance, con el fin de permitir la adopción rápida de medidas de contención o corrección.

6.5.3 Acciones correctoras y seguimiento

Ante la detección de una incidencia ambiental o de una no conformidad respecto a lo establecido en el presente Anejo de Integración Ambiental, se adoptarán las acciones correctoras necesarias para restituir las condiciones ambientales adecuadas y evitar la repetición del incidente.

Las acciones correctoras podrán consistir, entre otras, en la modificación de procedimientos de trabajo, la intensificación de medidas preventivas, la reparación de daños causados o la implantación de medidas adicionales de protección ambiental. La ejecución de dichas acciones será responsabilidad del Contratista, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa.

Una vez aplicadas las medidas correctoras, se realizará un seguimiento específico para verificar su eficacia y el cierre satisfactorio de la incidencia, dejando constancia documental de todo el proceso en los registros ambientales correspondientes.

6.5.4 Archivo y disponibilidad de la documentación

La documentación generada en el marco del Programa de Vigilancia Ambiental será archivada de forma sistemática durante toda la ejecución de las obras y permanecerá a disposición de la Dirección Facultativa y de los organismos competentes que puedan requerirla. Este archivo permitirá disponer de una visión completa y trazable del comportamiento ambiental de la obra y del cumplimiento de las determinaciones establecidas en el presente Anejo de Integración Ambiental.

6.6 Protocolo de actuación ante emergencias ambientales

Con el fin de minimizar las consecuencias de posibles situaciones accidentales con incidencia ambiental durante la ejecución de las obras, el presente Anejo de Integración Ambiental establece un protocolo básico de actuación ante emergencias ambientales, aplicable principalmente a episodios de vertidos accidentales, derrames de sustancias contaminantes o cualquier otro suceso imprevisto con potencial afección al suelo, a las aguas o al entorno inmediato.

Este protocolo tiene como objetivo garantizar una respuesta rápida, coordinada y eficaz, orientada a la contención del incidente, la reducción de sus efectos y la correcta gestión posterior de los residuos o materiales afectados.

6.6.1 Identificación de situaciones de emergencia ambiental

Se considerarán situaciones de emergencia ambiental, entre otras, los vertidos accidentales de aceites, combustibles u otras sustancias potencialmente contaminantes, la rotura de recipientes o conducciones con contenido peligroso, o cualquier incidente que pueda suponer un riesgo inmediato para el suelo, las aguas superficiales o subterráneas, o el entorno de la obra.

La detección de una situación de este tipo podrá producirse durante las inspecciones ambientales programadas o de forma puntual por el personal de obra.

6.6.2 Actuación inmediata

Ante la detección de una emergencia ambiental, se procederá de manera inmediata a la paralización segura de la actividad que haya originado el incidente, evitando la propagación del contaminante. A continuación, se aplicarán las medidas de contención necesarias, utilizando los medios disponibles en obra, tales como barreras, materiales absorbentes o elementos de confinamiento, con el fin de limitar la extensión del vertido o afección.

El personal actuante seguirá en todo momento las instrucciones del Responsable Ambiental de Obra y adoptará las medidas de seguridad necesarias para evitar riesgos adicionales.

6.6.3 Gestión del material contaminado

El material absorbente utilizado y cualquier suelo, residuo o elemento contaminado como consecuencia del incidente será retirado y gestionado conforme a su naturaleza, considerándose residuo peligroso cuando así corresponda. La retirada y gestión se realizarán a través de gestor autorizado, dejando constancia documental de todo el proceso en los registros ambientales de la obra.

6.6.4 Comunicación y registro del incidente

Toda emergencia ambiental será comunicada de forma inmediata al Responsable Ambiental de Obra y a la Dirección Facultativa, aportando información sobre la localización del incidente, la causa probable, el alcance estimado y las medidas adoptadas. Asimismo, se elaborará un parte de incidencia ambiental que formará parte de la documentación del Programa de Vigilancia Ambiental, incorporando, cuando sea posible, evidencias fotográficas y descripción de las actuaciones realizadas.

6.6.5 Medidas preventivas y seguimiento posterior

Una vez controlada la emergencia, se analizarán las causas que la han originado con el fin de establecer medidas preventivas adicionales que eviten la repetición del incidente. Estas medidas podrán incluir la modificación de procedimientos de trabajo, el refuerzo de la señalización, la mejora de los sistemas de almacenamiento o la formación específica del personal.

El Responsable Ambiental de Obra realizará un seguimiento posterior para verificar la eficacia de las medidas adoptadas y confirmar el cierre definitivo de la incidencia, dejando constancia documental de dicho seguimiento.

6.7 Seguimiento en fase de puesta en servicio y conclusiones del Programa de Vigilancia Ambiental

Una vez finalizadas las obras y durante la fase inicial de puesta en servicio de las actuaciones, se realizará un seguimiento ambiental orientado a comprobar la correcta integración de las infraestructuras ejecutadas y la eficacia de las medidas ambientales definidas en el presente Anejo de Integración Ambiental.

Este seguimiento se centrará, principalmente, en la verificación del adecuado funcionamiento de los sistemas implantados y en la detección de posibles afecciones residuales derivadas de la ejecución de las obras. En particular, se comprobará el correcto comportamiento del sistema de drenaje sostenible y de los pavimentos drenantes del aparcamiento, verificando la ausencia de encharcamientos o disfunciones. Asimismo, se revisará el estado final de las zonas ajardinadas y de las pantallas vegetales ejecutadas, comprobando su correcta implantación y, en su caso, la reposición de marras durante el periodo inicial.

Se verificará igualmente la retirada completa de las instalaciones auxiliares de obra, la eliminación de acopios temporales y el adecuado estado de limpieza general del ámbito de actuación, garantizando que no queden elementos residuales con potencial afección ambiental o paisajística.

Las comprobaciones realizadas durante esta fase se documentarán mediante los correspondientes registros y actas de seguimiento, que formarán parte del archivo ambiental de la obra y permitirán acreditar el correcto cierre ambiental de las actuaciones.

En conclusión, el Programa de Vigilancia Ambiental definido en el presente Anejo de Integración Ambiental constituye una herramienta fundamental para garantizar que la ejecución de las obras se desarrolla de manera compatible con el entorno, asegurando el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras previstas, la detección temprana de incidencias ambientales y la adopción de las acciones necesarias para su adecuada corrección. Su aplicación permitirá integrar los aspectos ambientales en el proceso constructivo y asegurar la correcta finalización de las actuaciones desde el punto de vista ambiental.

ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA 2

3 AFECCIONES 2

3.1 Expropiaciones 2

3.2 Imposición de servidumbres 3

3.3 Ocupaciones temporales 3

3.4 Planos parcelarios 4

3.5 Criterios de valoración de los bienes y derechos afectados 4

3.6 Bienes y derechos afectados 5

1 INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente Anejo es servir de base de partida para la incoación y subsiguiente tramitación del expediente de expropiación por SFM, de los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto.

Por consiguiente, el presente anejo tiene la finalidad de definir, con toda la precisión posible, los terrenos que son estrictamente necesarios para la correcta ejecución de las obras.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

Las obras consisten en la ejecución de un campo solar fotovoltaico, remodelación de la subestación eléctrica existente de SFM, ampliación y remodelación del aparcamiento existente, sustitución del edificio de acceso a la estación de Petra y ampliación del andén 2 e instalación de marquesinas sobre los andenes.

En el nuevo aparcamiento se disponen pérgolas fotovoltaicas y puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Con las obras se soterra la línea de media tensión existente que atraviesa el aparcamiento, se repone el colector de saneamiento que discurre por el límite este del aparcamiento y se dota al mismo de un sistema de recogida de aguas pluviales.

Las obras se ubican en el término municipal de Petra.

3 AFECCIONES

Para la correcta ejecución de las obras contenidas en el presente proyecto, se definen tres tipos de afección: la expropiación propiamente dicha, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal.

3.1 Expropiaciones

Las obras proyectadas no afectan a la vía, se produce la expropiación de terrenos colindantes con las parcelas propiedad de SFM necesarios para la instalación del campo solar fotovoltaico y la balsa de retención de la red de aguas pluviales.

Para poder ejecutar el campo fotovoltaico se expropian las parcelas colindantes con la vía y la subestación eléctrica, al norte de la vía.

Al sur de la vía se expropia una parcela residual para la instalación de una balsa de retención de aguas pluviales.

La superficie de expropiación resultante es:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	4.690	0	4.690

3.2 Imposición de servidumbres

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terrenos sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble.

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre, concretándose las mencionadas imposiciones de servidumbre, mediante el oportuno grafiado con la trama correspondiente determinada para este fin, en los respectivos planos parcelarios que forman parte de este anejo de expropiaciones para este tramo.

En el presente proyecto se recoge una servidumbre de 0,5m a cada lado del eje de la conducción de saneamiento que es necesario reponer como servicios afectados y de 0,5m a cada lado del eje para la nueva línea de media tensión soterrada.

La superficie de servidumbre resultante es de:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	475,84		475,84

3.3 Ocupaciones temporales

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar, para llevar a cabo, la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas.

Dichas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable según las características de la explanación, la naturaleza del terreno y del objeto de la ocupación. Dichas zonas de ocupación temporal se utilizarán, entre otros usos, principalmente para instalaciones de obra, acopios de tierra vegetal, talleres, almacenes, laboratorios, depósitos de materiales y en general para

todas cuantas instalaciones o cometidos sean necesarios para la correcta ejecución de las Obras contempladas o definidas en el presente Proyecto.

Se fija una ocupación temporal de 10m centrada en los apoyos de la línea de media tensión sin afectar a las parcelas ubicadas al otro lado del cerramiento de la parcela donde se ubica el apoyo en los casos en los que existe muro de piedra.

Se ocupan temporalmente:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	186,5		186,5

3.4 Planos parcelarios

El presente anejo incluye plano parcelario en el que se definen todas y cada una de las parcelas catastrales afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto.

Los referidos planos parcelarios se han confeccionado sobre la base cartográfica realizada exprofeso para la redacción del presente proyecto, habiéndose realizado la correspondiente identificación catastral de las parcelas afectadas y sus propietarios con la ayuda de las fichas catastrales facilitadas por SFM.

Las parcelas se identifican con su número de orden, polígono, parcela y referencia catastral en su caso.

La expropiación se sombrea en amarillo y las edificaciones afectadas en rojo.

Las parcelas afectadas en el presente proyecto se afectan en su totalidad.

3.5 Criterios de valoración de los bienes y derechos afectados

3.5.1 Metodología

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial la contenida en el RD legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la ley del suelo y rehabilitación urbana y el RD 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley del Suelo, así como lo contenido en la Ley de Expropiación forzosa.

En cuanto al vuelo y demás instalaciones afectadas:

Las plantaciones y sembrados preexistentes, así como las indemnizaciones por razón de arrendamientos rústicos u otros derechos, se tasarán con arreglo a los criterios de las Leyes de Expropiación Forzosa y de Arrendamientos Rústicos.

Las edificaciones, construcciones e instalaciones, cuando deban valorarse con independencia del suelo, se tasarán por el método de coste de reposición, según su estado y antigüedad, en el momento al que deba entenderse referida la valoración.

Las indemnizaciones a favor de los arrendatarios rústicos y urbanos se fijarán de acuerdo con lo previsto en la Ley de Expropiación Forzosa y las normas de la legislación de Arrendamientos.

3.5.2 Precios unitarios

De la aplicación de los criterios anteriormente señalados se han obtenido los valores unitarios que deben adoptarse para la tasación de los bienes y derechos afectados con motivo de la ejecución de las obras contenidas en el presente proyecto.

3.5.3 Valoración económica de las expropiaciones

De acuerdo con la relación de bienes y derechos afectados recogida en el presente anejo, la superficie total objeto de expropiación asciende a **4.690 m²**, correspondiente íntegramente a **suelo rural**.

A efectos de estimación económica, y conforme a los criterios de valoración adoptados para el presente proyecto, se ha considerado un **valor unitario de 10 €/m²** para el suelo objeto de expropiación. Dicho valor se aplica exclusivamente a las superficies afectadas por expropiación propiamente dicha, no resultando de aplicación a las superficies afectadas por imposición de servidumbres ni a las ocupaciones temporales, que tienen un tratamiento diferenciado conforme a la legislación de expropiación forzosa.

En consecuencia, el **importe total estimado de la expropiación** asciende a:

$$4.690\ m^2 \times 10\ €/m^2 = \mathbf{46.900\ €}$$

Este importe tiene carácter orientativo y servirá como base para la tramitación del correspondiente expediente expropiatorio por parte del organismo competente.

3.6 Bienes y derechos afectados

A los efectos que establece el artículo 17 de la vigente Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 y concordantes con su Reglamento de 26/4/57, se ha elaborado la preceptiva relación concreta e individualizada, en la que se describen, todos los aspectos materiales y jurídicos, de los bienes o derechos que se consideran de necesaria expropiación.

ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

Dicha Relación de Bienes y Derechos afectados comprende, de forma ordenada y a modo de resumen, todas las fincas o parcelas catastrales afectadas, indicando las superficies objeto de expropiación, con expresión de los siguientes datos:

- Número de orden en el expediente expropiatorio y número del plano parcelario del proyecto en el que se encuentra la finca.
- Identificación catastral del polígono y parcela.
- Nombre y domicilio del propietario del bien afectado.
- Extensión o superficie catastral de la finca completa y de la parte de la misma que sea objeto de expropiación, incluyendo todos los bienes y derechos que sean indemnizables.
- Extensión real de la finca, obtenida mediante medición de superficies de la cartografía digital obtenida de la Sede Electrónica del Catastro.
- Régimen urbanístico del suelo y calificación según cultivos, en su caso.

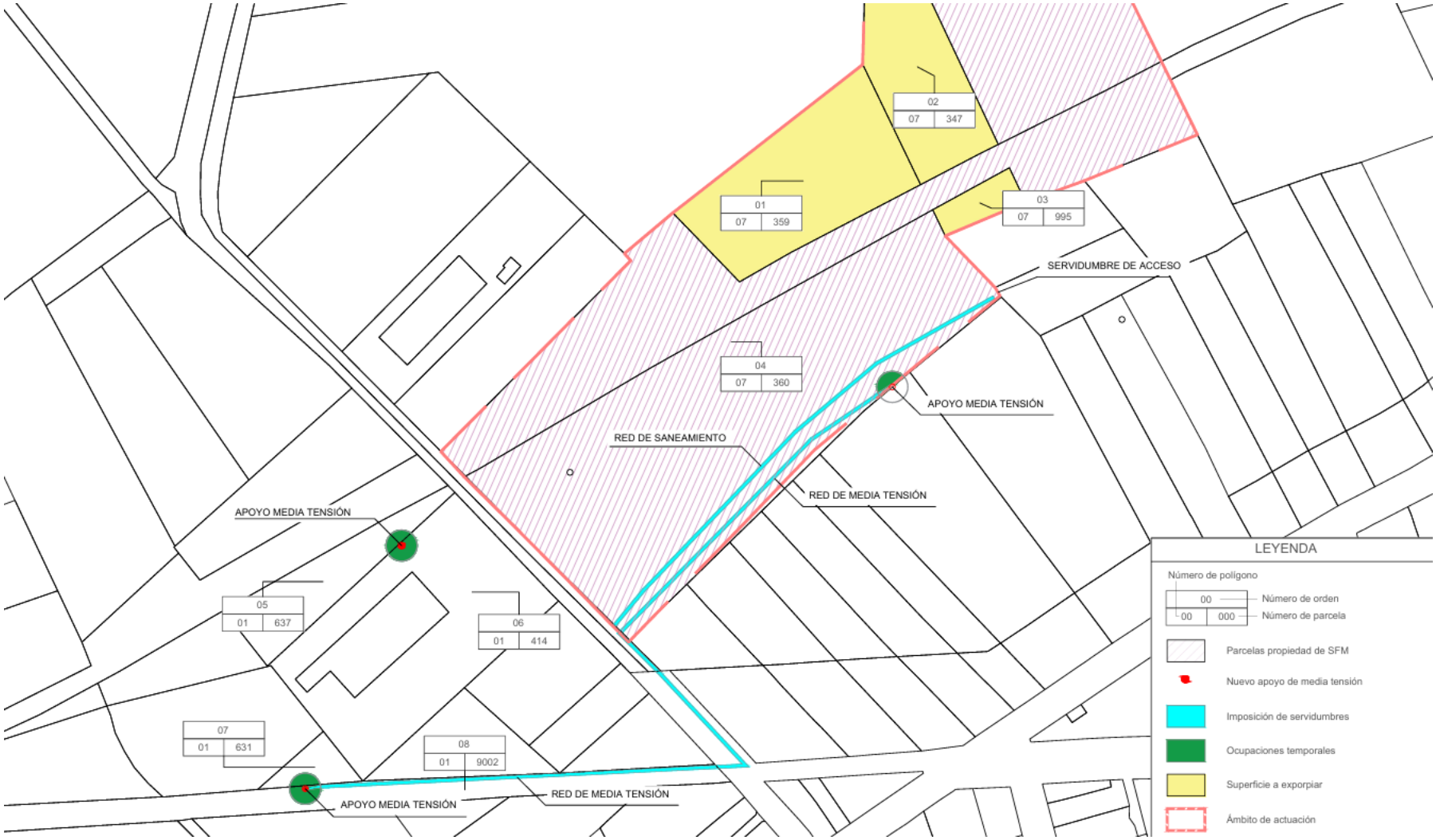
Toda la información necesaria para la preparación de la referida relación se ha obtenido a través de la Oficina Virtual del Catastro.

ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

Nº DE ORDEN	POLÍGONO	PARCELA	TITULAR ACTUAL. NOMBRE Y DOMICILIO	TITULAR CATASTRAL. NOMBRE Y DOMICILIO	SUPERFICIE CATASTRAL m2	AFECCIONES (m2)							NATURALEZA	Nº DE HOJA PLANO DE EXPROPIACIÓN
						SUB	CALIFICACIÓN FISCAL	APROVECHAMIENTO REAL	EXPROPIACIÓN	IMPOSICIÓN SERVIDUMBRE	OCUPACIÓN TEMPORAL	TOTAL		
1	7	359		Vives Riutort Antoni Juniper Cl del Sol 56 07520 Petra Islas Baleares	2543		c-01	Labor o labradío de secano	2543			2543	Rural	1
2	7	347		Gibert Riutort, Margarita Cl Parres 5 07520 Petra Islas Baleares	1846		c-05	Labor o labradío de secano	1846			1846	Rural	1
3	7	995		Gibert Riutort, Margarita Cl Parres 5 07520 Petra Islas Baleares	297		c-05	Labor o labradío de secano	297			297	Rural	1
4	7	360		SFM PJ Cala Figuera 6 07009 Palma Islas Baleares	8684	0	I 00	Improductivo		278,1	33,42	311,52	Rural	1
5	1	637		Santandreu Mas Catalina (Herederos) Cl del Hospital 34 07520 Petra Islas Baleares	1056		C 03	Labor o labradío de secano	4		48,3	52,3	Rural	1
6	1	414		SCL Agrícola y ganadera de Petra Cl Palma 3 07520 Petra Islas Baleares	3187	a	I 00	Improductivo			26,24	45,16	Rural	1
7	1	631		Desconocido	282		C 04	Labor o labradío de secano			28,87	28,87	Rural	1
8	1	9002		SFM PJ Cala Figuera 6 07009 Palma Islas Baleares	24515		VT 00	Vía de comunicación de dominio público		197,74	49,67	247,41	Rural	1

ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

PLANO PARCELARIO



ANEJO Nº17. EXPROPIACIONES

ANEJO Nº18. PROGRAMA DE TRABAJOS

ANEJO Nº18. PROGRAMA DE TRABAJOS

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO....2

2 PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS....3

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO

Conocido el alcance de las actuaciones previstas en el Proyecto Constructivo de Reforma de la Estación de Petra e Instalación de Planta Fotovoltaica para Autoconsumo, y una vez definidos los volúmenes de obra asociados a cada unidad, es posible planificar la secuencia temporal de los trabajos de forma ordenada y coherente con la naturaleza de las actividades a ejecutar.

El presente tiene por objeto establecer una planificación general de las obras, permitiendo definir su desarrollo temporal, la relación entre las distintas fases y la coordinación de los recursos humanos, técnicos y materiales necesarios para su correcta ejecución. Esta planificación servirá de base para el seguimiento de los plazos durante la ejecución y la detección temprana de posibles desviaciones.

El ámbito de actuación comprende tanto obras civiles (urbanización, drenaje, cimentaciones, andenes y edificios), como estructuras metálicas y fotovoltaicas, instalaciones eléctricas de baja y media tensión, y trabajos de integración paisajística y jardinería, todos ellos interrelacionados y condicionados por la necesidad de mantener en funcionamiento los servicios ferroviarios de SFM durante la mayor parte de la ejecución.

2 PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS

Dada la naturaleza integral de la actuación, su elevada complejidad técnica y la coexistencia con una estación ferroviaria en servicio, se ha diseñado una **planificación por fases sucesivas e independientes**, que permite compatibilizar la ejecución de las obras con el mantenimiento de la explotación ferroviaria y con la seguridad de los usuarios.

La intervención se desarrolla en un entorno operativo con tránsito constante de pasajeros y vehículos, así como con la presencia de **líneas eléctricas, canalizaciones y servicios en funcionamiento**, por lo que la programación de los trabajos se ha concebido con el objetivo de **minimizar las afecciones**, reducir interferencias y garantizar en todo momento **itinerarios peatonales seguros y debidamente señalizados**.

El plazo total estimado de ejecución de los trabajos es de **diez (10) meses**, dentro del cual se contempla la ejecución completa de las unidades de obra previstas, las pruebas funcionales y la puesta en servicio de las instalaciones.

La actuación presenta un grado de complejidad relevante, derivado principalmente de los siguientes factores:

- La **coexistencia con infraestructuras ferroviarias en servicio**, que exige mantener la accesibilidad de los viajeros a los andenes y coordinar las operaciones con los responsables de seguridad ferroviaria.
- La **interferencia con redes existentes** (media tensión, saneamiento y alumbrado), que deberán ser desviadas o soterradas previamente a la ejecución de las nuevas infraestructuras.
- La **simultaneidad de distintas tipologías constructivas**, combinando edificaciones ligeras, estructuras metálicas de marquesinas, pavimentos drenantes e instalaciones solares fotovoltaicas, cada una con condicionantes técnicos, logísticos y plazos de suministro específicos.

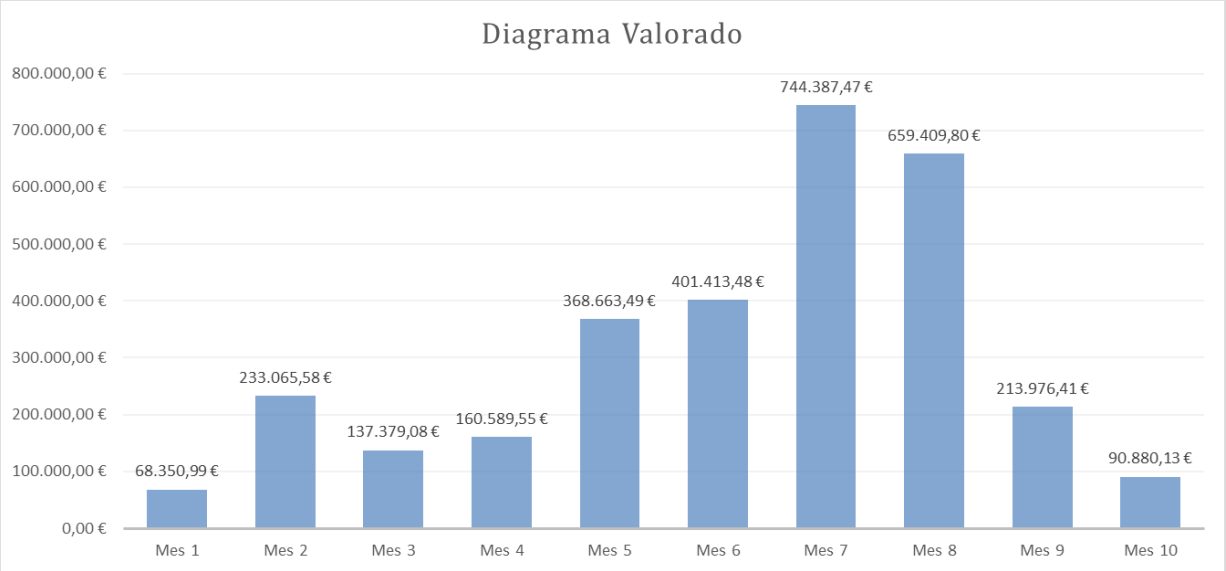
Por ello, la planificación se estructura en **etapas claramente definidas y parcialmente solapadas**, que permiten un avance ordenado de los trabajos, optimizan el uso de recursos y reducen las interferencias con el entorno. Cada etapa agrupa un conjunto coherente de actividades de similar naturaleza o con interdependencias funcionales (movimiento de tierras, estructuras, instalaciones, urbanización, etc.), siguiendo una **secuencia constructiva lógica y segura** que favorece la eficiencia y la continuidad de la obra.

El programa propuesto tiene carácter **indicativo**, y podrá ajustarse durante la ejecución en función de los medios disponibles por parte del contratista, la coordinación con los suministradores de equipos e instalaciones, las autorizaciones emitidas por SFM y las condiciones reales del terreno y del clima.

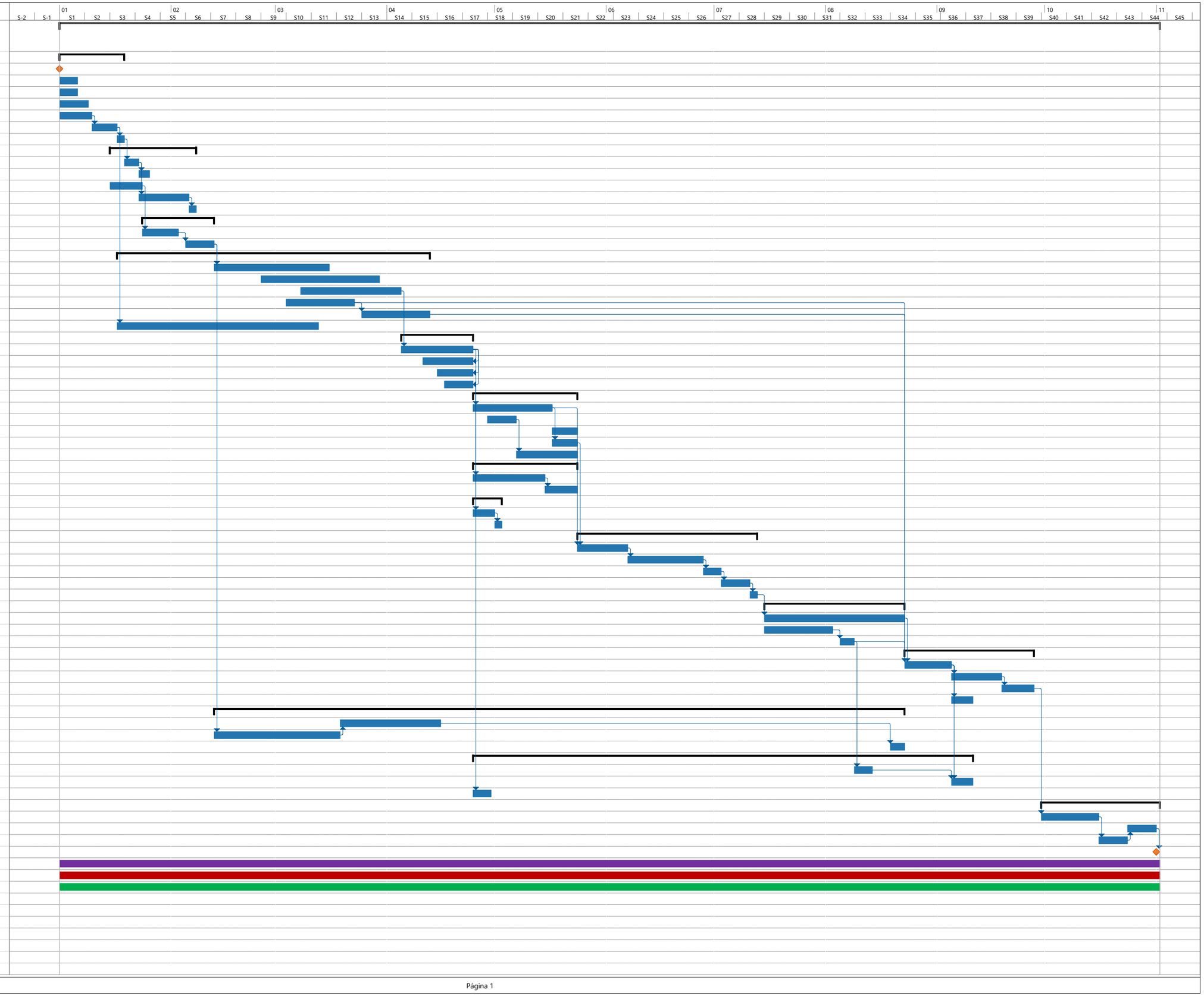
ANEJO Nº18. PROGRAMA DE TRABAJOS

La planificación resultante proporciona una **visión global y ordenada del desarrollo del proyecto**, permitiendo identificar las actividades críticas, prever los recursos humanos y materiales necesarios, y establecer un marco de control técnico que garantice el cumplimiento de los plazos, la calidad de la ejecución y la adecuada coordinación entre las distintas disciplinas intervinientes.

A continuación de adjunta un diagrama valorado y un diagrama de Gantt en formato A3 con la programación de los trabajos.



Id	Nombre de tarea	Duración
1	**PROYECTO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO**	**220 días**
2	**1. TRABAJOS PREVIOS**	**14 días**
3	Acta de comprobación de replanteo	1 día
4	Replanteo general	5 días
5	Instalación de vallado y señalización provisional	5 días
6	Instalaciones provisionales y acometidas	6 días
7	Desbroce y limpieza	7 días
8	Ensayos Pull-Out en parque fotovoltaico	5 días
9	Coordinación inicial con SFM	2 días
10	**2. DEMOLICIONES**	**18 días**
11	Desmontaje de mobiliario	2 días
12	Demolición de aceras, bordillos y firmes	3 días
13	Demolición pavimentos	7 días
14	Demolición edificio	10 días
15	Demolición cubierta edificio	2 días
16	**3. MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**14 días**
17	Excavaciones y cajeos	8 días
18	Formación de terraplenes y rellenos	6 días
19	**4. ESTRUCTURAS METÁLICAS**	**63 días**
20	Cimentaciones estructuras	24 días
21	Marquesina aparcamiento	25 días
22	Marquesina andén	20 días
23	Edificio control accesos	15 días
24	Edificio complementario	15 días
25	Mesas parque solar	40 días
26	**5. ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO**	**14 días**
27	Canalizaciones	14 días
28	Red saneamiento	10 días
29	Red de abastecimiento	8 días
30	Pozos de registro, arquetas y sumideros	6 días
31	**6. RED ELÉCTRICA**	**21 días**
32	Canalizaciones MT y BT	16 días
33	Arquetas de conexión	6 días
34	Montaje de cuadros eléctricos	5 días
35	Cargadores coches electricos	5 días
36	Soterramiento linea media tensión	13 días
37	**7. ALUMBRADO**	**21 días**
38	Canalizaciones y cableado	14 días
39	Colocación de columnas y luminarias	7 días
40	**8. TELECOMUNICACIONES**	**6 días**
41	Canalizaciones	4 días
42	Arquetas y registros técnicos	2 días
43	**9. PANELES FOTOVOLTAICOS**	**36 días**
44	Montaje módulos FV en marquesinas	10 días
45	Montaje módulos parque solar	15 días
46	Conexión strings e inversores	3 días
47	Cableado hacia CT	6 días
48	Protecciones y monitorización	2 días
49	**10. PAVIMENTACIÓN**	**29 días**
50	Pavimento drenante aparcamiento	29 días
51	Pavimentación aceras y bordillos	15 días
52	Pavimento hormigón en viales de acceso	4 días
53	**11. EDIFICIOS**	**26 días**
54	Cerramientos y carpinterías	9 días
55	Instalación de servicios básicos	10 días
56	Instalación mobiliario	7 días
57	Adecuación cubierta edificio existente	4 días
58	**12. ANDENES**	**138 días**
59	Ampliación estructural	20 días
60	Reparación anden existente	25 días
61	Instalación de vallado y mobiliario	4 días
62	**13. JARDINERÍA Y RED DE RIEGO**	**99 días**
63	Preparación terreno y tierra vegetal	3 días
64	Plantación de árboles y setos	4 días
65	Red de riego	3 días
66	**14. VARIOS**	**25 días**
67	Ejecución cerramiento metálico	12 días
68	Señalización horizontal y vertical	6 días
69	Limpieza de obra	6 días
70	Recepción de las obras	1 día
71	**15. CONTROL DE CALIDAD**	220 días
72	**16. GESTIÓN DE RESIDUOS**	220 días
73	**17. SEGURIDAD Y SALUD**	220 días
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		



ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

INDICE DE CONTENIDO

1 COSTES DE LA MANO DE OBRA 2

2 COSTES DE MAQUINARIA 3

3 COSTES DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA 4

4 CÁLCULO DEL COEFICIENTE "K" DE LOS COSTES INDIRECTOS 5

4.1 Personal adscrito a las obras 5

4.2 Instalaciones de obras 5

4.3 Cálculo de coeficiente "K" de los costes indirectos 5

5 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 8

6 MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA 9

6.1 Mano de obra 9

6.2 Maquinaria 18

6.3 Materiales 19

7 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS 20

ANEXO 1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS 21

1 COSTES DE LA MANO DE OBRA

Para la deducción de los costes de la mano de obra aplicar en el presente proyecto se ha tenido en cuenta cuanto se dice en la O.M. de 27 de abril de 1971 y modificación de 21 de mayo de 1979.

El coste horario de la mano de obra viene definido por la fórmula:

$$C = (1 + K) A + B$$

en la que:

- C = Coste horario en euros hora.
- K = Coeficiente medio en tanto por uno que recoge los siguientes conceptos:
  - Jornales percibidos y no trabajados: ausencias justificadas, días de enfermedad, gratificaciones de Navidad y Julio, justificación de los beneficios de la empresa cuanto éstos constituyen remuneración directa con carácter de salario.
  - Indemnización por despido y muerte natural.
  - Seguridad Social, Formación profesional cuota sindical y seguro de accidentes.
  - Aquellos otros conceptos que con posterioridad a esta orden tengan carácter de coste y que a juicio de la Comisión de Revisión de Precios del Ministerio deberán incluirse, modificaciones e incluso suprimirse por razón de disposiciones que así lo estipulen.
- A = En euros/hora en la base de cotización al Régimen General de la Seguridad Social y Formación profesional vigente.
- B = En euros/hora es la cantidad que completa el coste horario y recoge los pluses de Convenio Colectivo de las Illes Balears 2025, Ordenanza Laboral, normas de obligado cumplimiento y pluses de gratificación voluntaria no comprendido en el coeficiente K, incluidas en sus repercusiones.

2 COSTES DE MAQUINARIA

El plazo de ejecución de las obras, y la magnitud del presupuesto, parecen aconsejar que, en principio, se deseche por antieconómica, la adquisición de maquinaria destinada exclusivamente a la ejecución de las obras que comprende el presente Proyecto.

De acuerdo con esta idea, se ha solicitado información de las diferentes casas que, en las proximidades del lugar de ubicación de las obras, se dedican al alquiler de maquinaria de las características necesarias para estos trabajos. El resultado de esta información ha confirmado los supuestos, ya que los precios ofrecidos son más bajos que los que en este servicio se conocen y se han deducido para obras similares en el caso de utilización de maquinaria propiedad del Contratista. Una vez recogido de entre todos ellos el más ventajoso para la obra, éste es el que se adopta para la composición de los precios unitarios, reflejándose su valor en el cuadro que se inserta a continuación.

El coste por hora de trabajo incluye la parte proporcional del tiempo en que la máquina debe estar parada por exigencias en la organización de éstos mismos. Por tanto, en la composición de los precios unitarios ni se tienen presentes, ni se valoran los tiempos en que la respectiva máquina está parada.

3 COSTES DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA

Puesto que los costes obtenidos de los materiales a pie de obra son de uso común en la zona, se inserta a continuación un Cuadro-Resumen de dichos costes, al amparo de lo establecido en la O.M. de Obras Públicas de 14 de Marzo de 1969, en su apartado 1.2.

El precio a pie de obra de cada material es el resultante de sumar al coste en almacén suministrador, el importe correspondiente a Carga, Descarga y Transporte.

4 CÁLCULO DEL COEFICIENTE "K" DE LOS COSTES INDIRECTOS

4.1 Personal adscrito a las obras

La dedicación de personal prevista, por categorías, junto con su coste mensual es la siguiente:

PERSONAL	RENDIMIENTO	COSTE MENSUAL
Jefe de obra	0,53	8.978,08 €
Encargado de obra	1,00	5.633,47 €
Vigilante	1,00	3.392,72 €
Administrativo	0,25	3.441,58 €

4.2 Instalaciones de obras

Para una obra de las características de este proyecto, las instalaciones mínimas de que hay que dotarlas son las siguientes, junto con su coste aproximado:

Instalaciones	Superficie	Coste mensual
Oficina de obra	12,00	150,00 €
Aseos	12,00	125,00 €
Almacén	12,00	100,00 €

4.3 Cálculo de coeficiente "K" de los costes indirectos

De acuerdo con el Plan de Obra, la duración prevista de los trabajos es de 12 meses:

4.3.1 Personal

Personal	Rendimiento	Coste Mensual	Meses	Total
Jefe de obra	0,53	8.978,08 €	10	47.134,92 €
Encagado de obra	1,00	5.633,47 €	10	56.334,68 €
Vigilante	1,00	3.392,72 €	10	33.927,19 €
Administrativo	0,25	3.441,58 €	10	8.603,94 €

4.3.2 Instalaciones de obra

Instalaciones	m2	Coste Mensual	Meses	Total
Oficina de obra	12,00	150,00 €	10	1.500,00 €
Aseos	12,00	125,00 €	10	1.250,00 €
Almacén	12,00	100,00 €	10	1.000,00 €

4.3.3 Cálculo

El cálculo del coeficiente K, se hace mediante la siguiente fórmula:

K = K1 + K2

- **K1**

El coeficiente K1 depende del tipo de obra que se esté ejecutando:

K1	
Tipo de obra	%
O. Terrestres	1%
O. Fluviales	2%
O. Maritimas	3%

En este caso, al ser una obra terrestre, se tiene:

K1 = 1%

- **K2**

Siendo el presupuesto de costes directos en torno a los 2.996.561 euros aproximadamente, el cociente entre los costes indirectos señalados y el presupuesto anterior es:

K2 = ((146.000 + 3.750) /2.996.561) *100 = 5,00%

- **k**

K = K1 + K2 = 1% + 5% = 6%

Del cálculo analítico de los costes indirectos, obtenido como cociente entre los costes indirectos estimados y el presupuesto de costes directos de referencia, resulta inicialmente un coeficiente del **6 %**.

En consecuencia, a efectos de cálculo de precios y elaboración del presupuesto del proyecto, se adopta un **coeficiente global K = 6,00 %**, procediéndose a la limitación del valor obtenido en el cálculo analítico inicial.

A continuación, se calcula el presupuesto de costes directos.

Este cálculo se hace tomando los precios descompuestos, que se adjuntan más adelante, antes de aplicarles el tanto por ciento de indirectos.

4.4 Medios auxiliares

El **porcentaje de costes auxiliares** incluido en el presente Proyecto Constructivo se ha fijado en el **3 %** atendiendo a criterios técnicos, económicos y jurídicos, y de conformidad con la práctica consolidada en la redacción de proyectos de obras públicas y privadas.

Desde el punto de vista **técnico**, los costes auxiliares comprenden aquellos medios y recursos necesarios para la correcta ejecución de la obra que no pueden imputarse de forma directa a una unidad de obra concreta, tales como instalaciones provisionales de obra, medios auxiliares generales, señalización y balizamiento temporal, pequeñas herramientas, consumos generales, limpieza, protección colectiva, así como otros gastos de carácter accesorio pero imprescindible para garantizar la ejecución conforme a proyecto y normativa vigente. La experiencia en obras de características y alcance similares al objeto del presente proyecto pone de manifiesto que estos costes se sitúan habitualmente en un rango comprendido entre el **2 % y el 5 %**, resultando el **3 % un valor prudente, equilibrado y ajustado a la realidad de la obra proyectada**, evitando tanto la infraestimación como la sobredimensión de los costes.

Desde el punto de vista **económico**, la adopción de un porcentaje del 3 % responde al principio de **racionalidad y eficiencia en el gasto**, garantizando la viabilidad económica de la ejecución sin introducir sobrecostes innecesarios ni distorsionar la estructura del presupuesto. Este porcentaje permite cubrir adecuadamente los costes auxiliares previsibles, manteniendo la coherencia entre las mediciones, los precios unitarios y el presupuesto global del proyecto.

Desde el punto de vista **jurídico y normativo**, la inclusión de los costes auxiliares como porcentaje es una práctica plenamente aceptada en el ámbito de la contratación de obras, encontrando respaldo en la metodología presupuestaria tradicional derivada del **PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes)**, así como en los criterios habitualmente aplicados en proyectos redactados conforme a la **Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público**, que exige que los presupuestos sean completos, desglosados y suficientes para la correcta ejecución de la obra. Asimismo, el **Real Decreto 1098/2001**, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (en lo que resulte aplicable), reconoce la necesidad de contemplar en el presupuesto todos aquellos gastos necesarios para la ejecución material de la obra, aun cuando no sean directamente medibles como unidades de obra independientes.

En consecuencia, el porcentaje del **3 % en concepto de costes auxiliares** adoptado en el presente Proyecto Constructivo se considera **técnicamente justificado, económicamente proporcionado y jurídicamente conforme**, resultando adecuado a la naturaleza, complejidad y alcance de las obras proyectadas, y garantizando la correcta ejecución de las mismas sin desviaciones presupuestarias indebidas.

5 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

La determinación de los costes de ejecución de las diferentes unidades de obra del presente Proyecto se ajusta a las prescripciones de la Orden Ministerial de 12 de junio de 1968.

El cálculo de todos y cada uno de los precios se basa en la obtención de los “Costes directos” e “indirectos” precisos por aplicación de la fórmula establecida.

Pn = (1 + K/100) x Cn

Donde:

- Pn = Precio de ejecución material de la unidad
- K = Porcentaje de costes indirectos
- Cn = Coste directo de la unidad

6 MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

6.1 Mano de obra

Sección III. Otras disposiciones y actos administrativos.

ADMINISTRACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA CONSEJERÍA DE MODELO ECONÓMICO, TURISMO Y TRABAJO

Resolución del Consejero de Modelo Económico, Turismo y Trabajo por la que se dispone la inscripción y depósito en el Registro de Convenios Colectivos de las Illes Balears del Acuerdo de la Comisión Negociadora del Convenio colectivo del sector de la Construcción de las Illes Balears, en el que se aprueban las tablas salariales para los años 2022, 2023 y 2024 y su publicación en el Boletín Oficial de las Illes Balears (código de convenio 07000335011981).).

Sección III. Otras disposiciones y actos administrativos

ADMINISTRACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA CONSEJERÍA DE MODELO ECONÓMICO, TURISMO Y TRABAJO

Corrección de errores de la Resolución del Consejero de Modelo Económico, Turismo y Trabajo de 27 de enero de 2025 por la que se dispone la inscripción y depósito en el Registro de Convenios Colectivos de las Illes Balears del Acta de la Comisión Negociadora del Convenio colectivo de la Construcción de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears (código de convenio núm. 07000335011981).)

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

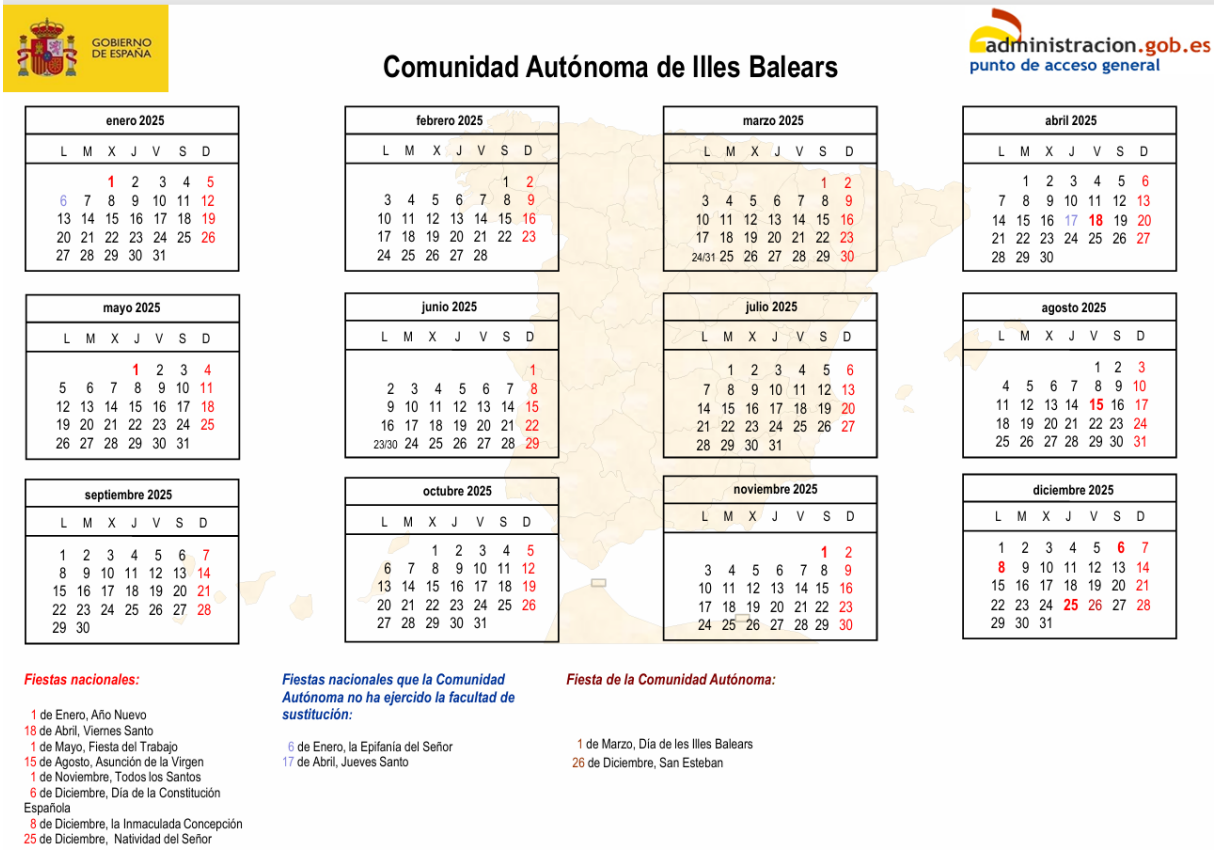
Salario base

Partimos de los datos vigentes que aparecen en la actualización de la tabla salarial del Convenio Colectivo de les Illes Balears 2025:

	ANEXO I	TABLA SALARIAL 2025						
GRUPOS PROFESIONALES	NIVELES RETRIBUTIVOS	CATEGORIA PROFESIONAL	SALARIO BASE MENSUAL	COMPLEMENTO ACTIVIDAD DÍA TRABAJADO	PLUS DISTANCIA Y TRANSPORTE DÍA TRABAJADO	PAGAS EXTRAORDINARIAS		PAGA DE VACACIONES
		A) PERSONAL TÉCNICO SUPERIOR				JUNIO	DICIEMBRE	
7	II	Arquitecto e Ingeniero superiores	3.813,90 €	7,84 €	8,31 €	3.886,08 €	3.886,08 €	3.886,08 €
	III	B) PERSONAL TÉCNICO MEDIO						
		Arquitecto e ingenieros técnicos, técnico titulado de Topografia	2.963,13 €	7,84 €	8,31 €	3.019,20 €	3.019,20 €	3.019,20 €
		C) PERSONAL TÉCNICO NO TITULADO						
5	IV	Encargado General	2.335,24 €	7,84 €	8,31 €	2.379,50 €	2.379,50 €	2.379,50 €
			DIARIO					
3	IX	F) ADMINISTRATIVOS DE OBRA	46,95 €	7,84 €	8,31 €	1.434,51 €	1.434,51 €	1.434,51 €
		Auxiliar, Técnico, Administrativo de obra	45,54 €					
		G) OPERARIOS						
4	VIII	Oficial de 1ª	52,36 €	7,84 €	8,31 €	1.600,49 €	1.600,49 €	1.600,49 €
3	IX	Oficial de 2ª	46,39 €	7,84 €	8,31 €	1.417,96 €	1.417,96 €	1.417,96 €
2	X	Ayudante	44,94 €	7,84 €	8,31 €	1.374,60 €	1.374,60 €	1.374,60 €
2	XI	Peón especialista	43,46 €	7,84 €	8,31 €	1.328,09 €	1.328,09 €	1.328,09 €
1	XII	Peón	41,98 €	7,84 €	8,31 €	1.283,01 €	1.283,01 €	1.283,01 €
2	X	Vigilante	44,82 €	7,84 €	8,31 €	1.375,55 €	1.375,55 €	1.375,55 €

De las tablas, utilizaremos los valores del Salarios Base Mensual y Diario.

6.1.1 Abonos retenidos por días no trabajados



Para obtener este valor hay que tener en cuenta el calendario laboral de 2025.

- Los días que son sábado y domingo al año (52 sábados y 53 domingos), que no serán trabajados y sí pagados,
- Los días que son fiesta abonable, para 2023:
  - 0 días no laborables
  - 2 festivos locales
  - 12 festivos nacionales y autonómicos que suponen un total de 24 fiestas abonables.
- Las vacaciones de 1 mes = 30 días menos sábados y domingos (8 días) = 22 días
- Se consideran 4 días perdidos por inclemencias del tiempo, 4 por licencias varias y representación de trabajadores y 15 días por enfermedad y/o accidente.
- Vacaciones de navidad y verano, que serán los 2 meses de paga extra = 60 días

Por tanto:

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

			DÍAS PERDIDOS	*DÍAS ABONABLES*	*%*
DÍAS LIBRES	SÁBADOS		52	52	26,00%
	DOMINGOS		52	52	26,00%
	FIESTAS ABONABLES	DÍAS NO LABORALES	0	0	0,00%
		FESTIVOS LOCALES	2	2	1,00%
		FESTIVOS NACIONALES/AUTONÓMICOS	12	12	6,00%
	VACACIONES		24	24	12,00%
	VACACIONES NAVIDAD (PAGA EXTRA)			60	30,00%
DÍAS PÉRDIDOS	INCLEMENCIAS TIEMPO		4	4	2,00%
	LICENCIAS VARIAS		4	4	2,00%
	ENFERMEDAD/ACCIDENTE		15	15	7,50%

TOTAL	**165**	**225**	**112,50%**

Días efectivos trabajados	200
Días abonados al año	425

% incremento de salario base (para tener en cuenta los abonoso retenidos por días no trabajados)	**112,50%**

- Días efectivos trabajados al año = 200 días
- Días abonados al año = 194+231 = 425 días

Con esto, se obtiene un porcentaje que hay que aplicar al SALARIO BASE (112,50 %) para tener en cuenta los abonos retenidos por días no trabajados:

ABONOS RETENIDOS POR DÍAS NO TRABAJADOS = SALARIO BASE x 1,1250

A partir de aquí, los porcentajes correspondientes a SEGURIDAD SOCIAL Y ACCIDENTES, GASTOS GENERALES EMP. NO FACTURABLES E INDEMNIZACION POR CESE FIJO DE OBRA, se calcularán tomando como base la suma entre el SALARIO BASE + ABONOS RETENIDOS POR DÍAS NO TRABAJADOS.

6.1.2 Seguridad social y accidentes + Fundación Laboral de la Construcción

Contingencias comunes	23,60%
Desempleo	5,50%
Fondo de garantía salarial	0,50%
Formación profesional	0,60%
Incapacidad Laboral transitoria	4,10%
Incapacidad Laboral permanente y muerte	3,50%
TOTAL	37,80%
Fundación Laboral de la Construcción	0,35%
TOTAL	**38,15%**

La Fundación Laboral de la Construcción es una fundación privada sin ánimo de lucro creada en 1992 por las entidades más representativas del sector de la construcción. Entre sus finalidades se encuentra el fomento de la formación profesional, la mejora de la salud laboral y seguridad en el trabajo, el fomento del empleo y expedición de una cartilla profesional. En la actualidad la FLC está constituida en 17 Comisiones Territoriales, que cubren todo el territorio nacional, a excepción de Asturias que cuenta con su propia Fundación.

La Fundación es, por tanto, el instrumento que el sector ha creado para la mejora de la formación, la seguridad y salud laboral y el empleo y pretende garantizar que cualquier empresa o trabajador del sector de la construcción tenga próximo a su domicilio o lugar de trabajo la asistencia de la Fundación.

El IV Convenio General del Sector de la Construcción (BOE 17.08.2007) refuerza la labor de la Fundación Laboral y le encomienda nuevas funciones, como la implantación en España de la nueva Tarjeta Profesional de la Construcción (TPC).

Por ello, el mismo Convenio establece aumentar la dotación económica de la entidad, incrementando progresivamente el porcentaje de la cuota empresarial.

El VI Convenio General del Sector de la Construcción (BOE 26.09.2017) establece que el porcentaje para el cálculo de las cuotas a pagar a la Fundación Laboral de la Construcción se mantiene en el 0,35%

6.1.3 Indemnización por cese fijo de obra

Según el Artículo 24: Contrato fijo de obra, del Convenio General del Sector de la Construcción:

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1. La Disposición Adicional Tercera del Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores y la Ley 32/2006, de 18 de octubre, Reguladora de la Ley de la Subcontratación en el Sector de la Construcción otorga a la negociación colectiva de ámbito estatal la facultad de adaptar al sector de la construcción el contrato de obra o servicio determinado regulado con carácter general en el artículo 15 del E.T.
   De acuerdo con ello la indicada adaptación se realiza mediante el presente contrato que, además de los restantes caracteres que contiene, regula de forma específica el artículo 15.1.a) y 5 y el artículo 49.c) del E.T. para el sector de la construcción.

2. Este contrato se concierta con carácter general para una sola obra, con independencia de su duración, y terminará cuando finalicen los trabajos del oficio y categoría del trabajador en dicha obra. Su formalización se hará siempre por escrito.
   Por ello y con independencia de su duración, no será de aplicación lo establecido en el párrafo primero del artículo 15.1 a) del E.T., continuando manteniendo los trabajadores la condición de «fijos de obra», tanto en estos casos como en los supuestos de sucesión empresarial del 44 del E.T. o de subrogación regulado en el artículo 27 del presente Convenio General.

3. Sin embargo, manteniéndose el carácter de único contrato, el personal fijo de obra, sin perder dicha condición de fijo de obra, podrá prestar servicios a una misma empresa en distintos centros de trabajo de una misma provincia siempre que exista acuerdo expreso para cada uno de los distintos centros sucesivos, durante un periodo máximo de 3 años consecutivos, salvo que los trabajos de su especialidad en la última obra se prolonguen más allá de dicho término, suscribiendo a tal efecto el correspondiente documento según el modelo que figura en el Anexo II y devengando los conceptos compensatorios que correspondan por sus desplazamientos.
   En este supuesto y con independencia de la duración total de la prestación, tampoco será de aplicación lo establecido tanto en el apartado 1.a) párrafo primero del artículo 15 del E.T. como en el apartado 5, continuando, manteniendo los trabajadores, como se ha indicado, la condición de «fijos de obra».

4. Teniendo en cuenta la especial configuración del sector de la construcción y sus necesidades, sobre todo en cuanto a la flexibilidad en la contratación y la estabilidad en el empleo del sector mejorando la seguridad y salud en el trabajo así como la formación de los trabajadores, conforme a lo establecido en la Disposición Adicional Tercera del Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores no se producirá sucesión de contratos por la concertación de diversos contratos

fijos de obra para diferentes puestos de trabajo en el sector, teniendo en cuenta la definición de puesto de trabajo dada en el artículo 22 del presente Convenio, y por tanto no será de aplicación lo dispuesto en el párrafo 5.º del artículo 15 del E.T.

5. Por lo tanto, la contratación, con o sin solución de continuidad, para diferente puesto de trabajo mediante dos o más contratos fijos de obra con la misma empresa o grupo de empresas en el periodo y durante el plazo establecido en el artículo 15.5 del E.T., no comportará la adquisición de la condición establecida en dicho precepto. A tal efecto nos encontramos ante puestos de trabajo diferentes cuando se produce la modificación en alguno de los factores determinados en el artículo 22 del presente Convenio. La indicada adquisición de condición tampoco operará en el supuesto de producirse bien la sucesión empresarial establecida en el artículo 44 del E.T. o la subrogación recogida en el artículo 27 del presente Convenio.

6. El cese de los trabajadores deberá producirse cuando la realización paulatina de las correspondientes unidades de obra, hagan innecesario el número de los contratados para su ejecución, debiendo reducirse este de acuerdo con la disminución real del volumen de obra realizada. Este cese deberá comunicarse por escrito al trabajador con una antelación de 15 días naturales. No obstante, el empresario podrá sustituir este preaviso por una indemnización equivalente a la cantidad correspondiente a los días de preaviso omitidos calculada sobre los conceptos salariales de las tablas del Convenio aplicable, todo ello sin perjuicio de la notificación escrita del cese. La citada indemnización deberá incluirse en el recibo de salario con la liquidación correspondiente al cese.

7. Si se produjera la paralización temporal de una obra por causa imprevisible para el empresario y ajena a su voluntad, tras darse cuenta por la empresa a la representación de los trabajadores del centro o, en su defecto, a la Comisión Paritaria Provincial, operarán la terminación de obra y cese previsto en el apartado precedente, a excepción del preaviso. La representación de los trabajadores del centro o, en su defecto, la Comisión Paritaria Provincial, dispondrá, en su caso, de un plazo máximo improrrogable de una semana para su constatación a contar desde la notificación.

   El empresario contrae también la obligación de ofrecer de nuevo un empleo al trabajador cuando las causas de paralización de la obra hubieran desaparecido. Dicha obligación se entenderá extinguida cuando la paralización se convierta, en definitiva. Previo acuerdo entre las partes, el personal afectado por esta terminación de obra podrá acogerse a lo regulado en el apartado 3 de este artículo. Este supuesto no será de aplicación en el caso de paralización por conflicto laboral.

8. En todos los supuestos regulados en los apartados anteriores, y según lo previsto en la Disposición Adicional Tercera del Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores y el artículo 49.1.c) del E.T., se establece una indemnización por cese del 7 por ciento calculada sobre los conceptos salariales de las tablas del Convenio aplicables devengados durante la vigencia del contrato, y siempre y en todo caso, respetando la cuantía establecida en el citado artículo 49.1 c) del E.T.

Por tanto, tendremos la BASE (obtenida al sumar el Salario Base+ abonos retenidos por días no trabajados) a la que habrá que sumar el porcentaje de SEGURIDAD SOCIAL Y ACCIDENTES + FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN (38,15%), y el porcentaje de INDEMNIZACIÓN POR CESE FIJO DE OBRA (7%)

BASE + (0,3815 x BASE) + (0,07 x BASE)

6.1.4 Indemnizaciones y pluses

Según datos publicados en el Convenio, los valores que hay que añadir a la suma anterior son los siguientes:

Plus extrasalarial	6,99 €
Plus herramientas	0,67 €
Plus Distancia y Transporte	8,31 €
Gastos de locomoción	0,26 euros/km
Dieta	41,38 €
½ Dieta	17,42 €

La suma total del valor obtenido anteriormente + (plus extrasalarial) + (plus herramientas*12/231) + (plus prendas trabajo*12/365) nos da la cantidad que cobra cada trabajador por jornada, dividiendo esta cantidad entre 8 horas obtenemos el valor buscado.

6.1.5 Coste Mano de Obra

CATEGORÍA LABORAL	Arquitecto e Ingeniero superiores	Arquitecto e ingenieros técnicos, técnico titulado de Topografía	Encargado General	Auxiliar, Técnico, Administrativo de obra	Oficial de 1ª	Oficial de 2ª	Ayudante	Peón especialista	Peón	Vigilante
1. Salario base (Día)	127,13 €	98,77 €	77,84 €	45,54 €	52,36 €	46,39 €	44,94 €	43,46 €	41,98 €	44,82 €
2. Abonos retenidos por días no trabajados	143,02 €	111,12 €	87,57 €	51,23 €	58,91 €	52,19 €	50,56 €	48,89 €	47,23 €	50,42 €
Total	*270,15 €*	*209,89 €*	*165,41 €*	*96,77 €*	*111,27 €*	*98,58 €*	*95,50 €*	*92,35 €*	*89,21 €*	*95,24 €*
3. Seguridad social y accidentes + FLC	103,06 €	80,07 €	63,10 €	36,92 €	42,45 €	37,61 €	36,43 €	35,23 €	34,03 €	36,34 €
4. Indeminación por cese de obra	18,91 €	14,69 €	11,58 €	6,77 €	7,79 €	6,90 €	6,68 €	6,46 €	6,24 €	6,67 €
Total	*392,12 €*	*304,65 €*	*240,10 €*	*140,47 €*	*161,50 €*	*143,09 €*	*138,61 €*	*134,05 €*	*129,48 €*	*138,24 €*
5. Plus extrasalarial	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €	6,99 €
6. Plus Distancia y Transporte	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €	8,31 €
7.Desgaste de herramientas	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €	0,67 €
TOTAL	***408,09 €***	***320,62 €***	***256,07 €***	***156,44 €***	***177,47 €***	***159,06 €***	***154,58 €***	***150,02 €***	***145,45 €***	***154,21 €***
A FACTURAR										
1. POR JORNADA	408,09 €	320,62 €	256,07 €	156,44 €	177,47 €	159,06 €	154,58 €	150,02 €	145,45 €	154,21 €
2. POR HORA	51,01 €	40,08 €	32,01 €	19,55 €	22,18 €	19,88 €	19,32 €	18,75 €	18,18 €	19,28 €
3. POR MES	8.978,08 €	7.053,71 €	5.633,47 €	3.441,58 €	3.904,37 €	3.499,26 €	3.400,86 €	3.300,43 €	3.200,00 €	3.392,72 €

Resumen	*Precio por hora trabajada*
Encargado General	32,01 €
Auxiliar, Técnico, Administrativo de obra	19,55 €
Oficial de 1ª	22,18 €
Oficial de 2ª	19,88 €
Ayudante	19,32 €
Peón especialista	18,75 €
Peón	18,18 €
Vigilante	19,28 €

6.2 Maquinaria

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
AFGGVS	1,890	h	taladro	6,50	12,29
BNDVIBR	93,850	h	Bandeja vibrante	8,25	774,26
C111-0056	0,029	h	Compresor+dos martillos neumáticos	14,32	0,41
C13161E0	110,000	h	Minicargadora sobre neumáticos,acces.retroexcavador a=40-60cm	45,80	5.038,00
C13C-00LP	91,239	h	Retroexcavadora s/neumáticos 8 a 10t	52,25	4.767,25
CAMBASC	15,136	h	Camión basculante	55,00	832,50
CAMGRRUA6T	839,381	h	Camión grúa 6 t	49,36	41.431,85
COMP2MART	51,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	523,76
DBERBE	3,780	h	Martillo eléctrico	8,00	30,24
ELECBAS	57,240	h	Electrodo básico	0,27	15,45
GTELESCOP	47,349	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	1.515,17
GWGWGV	6,000	ud	Dinamometro calibrado	85,00	510,00
MAQAUTPINT	192,575	h	Máquina autopropulsada pintura	37,70	7.260,08
MOTESP	16,000	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,25	52,00
MQ00BULL001	4,300	H	Bulldozer cadenas 161 KW, 22 Tn	63,50	273,05
MQ00CMBA012	36,975	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	1.589,94
MQ00CMCR002	1,100	H	Camión cisterna, 9 m3	60,00	66,00
MQ00COVI001	20,694	H	Compactador vibratorio autopropulsado, 98 KW, 12 Tn	36,00	744,98
MQ00MTNV001	0,900	H	Motoniveladora, 149 KW, 3,7 m	65,00	58,50
MQ00PCME001	11,377	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	611,03
PALCARG	4,000	h	Pala cargadora	54,25	217,00
RETRXVHIDRPQ	16,000	h	Retroexcavadora hidráulica pequeña con martillo	54,25	868,00
RHERHE	37,800	m²	andamio	3,50	132,30
SDEGWGB	125,020	h	Planca vibrante con base de goma	40,00	5.000,80
SDVBB	5,300	h	Camión bomba	115,00	609,50
SGAGRG	101,460	h	Taladro	20,00	2.029,20
WEGWEG	12,000	h	Equipo hinca	220,00	2.640,00
mq01exn020a	30,900	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	1.676,33
mq01exn020b	471,546	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	25.633,22
mq01exn050c	21,500	h	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, con martillo rompedo	66,75	1.435,13
mq01mot010b	0,774	h	Motoniveladora de 154 kW.	74,71	57,83
mq01pan010a	608,605	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	54,25	33.016,81
mq01ret010	21,500	h	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.	40,85	878,28
mq01ret020b	4,564	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	54,25	247,60
mq02cia020f	0,516	h	Camión cisterna equipado para riego, de 8 m³ de capacidad.	41,93	21,64
mq02cia020j	89,825	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	4.491,24
mq02roa010a	2,112	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo	9,46	19,98
mq02rod010d	57,104	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	493,95
mq02rop020	1,260	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm	3,66	4,61
mq02rot030b	394,350	h	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura	40,93	16.140,75
mq02rov010i	0,774	h	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, d	62,20	48,14
mq04cab010d	394,350	h	Camión basculante de 14 t de carga, de 184 kW.	60,00	23.661,00
mq04cab010e	54,000	h	Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	60,00	3.240,00
mq04cag010c	63,800	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	3.728,47
mq04deq010	86,602	u	Desplazamiento de maquinaria de fabricación de mezcla bituminosa	1,03	89,20
mq04dua020b	23,819	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	357,28
mq05mai030	569,427	h	Martillo neumático.	4,07	2.317,57
mq05pdm010a	206,043	h	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.	3,80	782,96
mq05pdm110	115,630	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	797,85
mq06bhe010	1,717	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Inclu	169,73	291,42
mq06cor020	173,160	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,48	1.641,56
mq06vib020	186,773	h	Regla vibrante de 3 m.	4,66	870,36
mq07cce010a	2,100	h	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura	40,00	84,00
mq08sol010	233,730	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno com	7,36	1.720,25
mq08sol020	814,395	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	4,10	3.339,02
mq09sie010	230,355	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,25	748,65
mq11bar010	0,516	h	Barredora remolcada con motor auxiliar.	12,28	6,34
mq11com010	1,376	h	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	60,00	82,56
mq11eqc010	215,000	h	Cortadora de pavimento con arranque, desplazamiento y regulación	36,84	7.920,60
mq11ext030	1,376	h	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	82,00	112,83

6.3 Materiales

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
...BWLVDVW	1,000	ud	Bomba	377,50	377,50
...VMT1EBVEB	1,000	ud	Valvula mezcladora	575,12	575,12
..TTOBEBE	1,000	ud	Termostato	12,18	12,18
000WS160SVV	20,000	m	Tubo ABN // DISTRI WATER SLIDE RD SDR11 PN16 50x4.6	4,59	91,80
1008679	22,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	123,86
1008719	2,220	u	Colector cónico 25/20x16x16	9,66	21,45
1033105	25,000	m	Tubo polietineno ret. 16x1.8-R con funda forroplast empotrado	3,05	76,25
1033106	55,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	167,75
1469	63,000	u	COFRED de 150x68x66 para entrada de 16 mm2	13,75	866,25
1690120NGP	4.496,000	m	GENERAL CABLE HARMOHNY XZ1 Al (S) 0,6/1kV 1x240mm² Bobina	9,26	41.632,96
1992114VDP	612,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 1x50mm² Bobin	23,47	14.363,64
1992116VDP	128,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 1x95mm² Bobin	16,00	2.048,00
1992118VDP	2.516,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu(AS) 0.6/1kV 1x150mm2	24,00	60.384,00
1992118VDP1	424,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu(AS) 0.6/1kV 1x120mm2	20,00	8.480,00
1992307VDP	518,000	m	CABLE RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3G2,5mm² Bobi	4,00	2.072,00
1992309VDP	457,000	m	CABLE RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3G6mm² Bobina	3,60	1.645,20
1994109NGP	6.708,000	m	CABLE RETENAX FLAM F	0,70	4.695,60
1X10 H1 CAB	1.450,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 10mm2	3,48	5.046,00
1X16 H1 CAB	1.660,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 16mm2	5,26	8.731,60
1X6 H1 CAB	2.890,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 6mm2	1,78	5.144,20
2135215	4,000	ud	Conexión de bajante registrable 87º 30'	12,33	49,32
34630300S	1,000	ud	Inodoro suspendido EGG SUSPENDIDO	327,00	327,00
50268005	1,000	ud	Tapa para inodoro suspendido termo con bisagraas	80,00	80,00
55150200	1,000	ud	Kit de fijación	19,90	19,90
7000256	4,000	u	Injerto con reducción Ø160/Ø110	37,02	148,08
7004351	40,000	u	Abrazadera isofónica Ø110 para atornillar	4,58	183,20
70442134	3,000	u	Collarín cortafuego Ø110	59,93	179,79
78761BL2	6,000	ud	LAVABO VALLADARES mod.RECIFE	80,00	480,00
89009000	1,000	ud	DUPLO WC. Estructura empotrable con cisterna de doble descarga	220,00	220,00
89009600	1,000	ud	PL-2 DUAL. Placa de accionamiento con descarga	71,90	71,90
893301000	2,000	ud	Inodoro MERIDIAM IN TANK	1.100,00	2.200,00
910CTF0402500	24,000	m	TUBO PPR-CT Fusion Serie 4/SDR 9 25x2,8	1,60	38,40
96C0250900000	9,600	ud	CODO PP 25-90º	0,72	6,91
96T0250000000	5,760	ud	TE PP 25	0,82	4,72
96TR025020020	5,280	ud	TE REDUCIDA PP 25-20-20	1,10	5,81
AA03634	1,000	u	Valvula de bola laton 3/4"	1,67	1,67
AA03635	6,000	u	Válvula de bola de latón Ø1"	9,94	59,64
AA03657	2,000	u	VALVULA BOLA 1/2"	4,13	8,26
AA03668	2,000	u	Válvula de bola c/ racor manguera	1,71	3,42
AA05142	4,000	u	Vávula de clapeta Ø3/4" cierre metal c/rosca	6,02	24,08
AA08064	1,000	u	Filtro c/rosca Ø1"	8,07	8,07
AB050	1,000	u	Purgador automático	49,41	49,41
ABSIF03	6,000	u	SIFÓN CILÍNDRICO CROMADO	36,50	219,00
ABVK01	6,000	u	VÁLVULA CLIC-CLAC CROMADA	20,50	123,00
ACC LAMP	6,000	u	Fuente de alimentacióin 24 V 20 W	23,10	138,60
ACCLED	180,000	u	Accesorios tira LED	1,70	306,00
ACCORT	1.527,163	kg	Acero corten	2,59	3.955,35
AFVAEGV	1.487,000	m²	Baldosa prefabricada hormigón 40×20×5 cm, rugosa antideslizante	10,70	15.910,90
AFVAEGV1	540,000	m²	Baldosa prefabricada hormigón 40×40×5 cm, rugosa antideslizante	15,70	8.478,00
AFVAEGV12	131,000	m²	Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris	30,00	3.930,00
AFVAEGV1DGWG	54,000	m²	Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco	23,00	1.242,00
AFVAEGV1DSDB	116,000	m²	Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color roja	23,00	2.668,00
AHATH	269,840	m²	Panel 50 mm	65,00	17.539,60
AISBGE32	139,200	m	TUBO AISCAN B BLINDADO GRIS ENCH.Ø32MM	2,88	400,90
AISCR16	62,325	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	31,16
AISCR25	457,000	m	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø25MM	0,73	333,61
AISCR40	12,000	m	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø40MM	1,58	18,96
AISDRL40-I	5.174,000	ml	Tubo corrugado doble capa D.40mm	1,58	8.174,92
AISDRL63	14,000	m	TUBO AISCAN DRL DB. PARED ROLLO Ý63mm	2,10	29,40
AISDRL90	312,000	m	TUBO AISCAN DRL DB. PARED ROLLO D.90mm	2,45	764,40
AISDRN110	185,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø110MM	5,12	947,20
AISDRN125	32,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø125MM	5,72	183,04
AL04609	0,200	m2	Aislamiento con exterior de aluminio e.50mm	121,58	24,32
AP-LL-01-M	34,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG	422,00	14.348,00
AP-LL-02-M	43,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM SRG10	422,00	18.146,00
ARENAEM	1,743	kg	Arena-cemento para relleno	15,00	26,15
ASFAFAWF	725,760	t	Arido reciclado mixto de hormigón y ceramico	6,50	4.717,44
B-101-40	8,000	u	Plafón embellecedor para tubos Ø90	0,34	2,72
B-102-40	8,000	u	Alargadera lisa PVC Ø90	1,17	9,36

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
B-30C3-A	6,000	u	Sifón sencillo curvos Ø40	5,31	31,86
B-3C-A	2,000	u	Sifón sencillo botella corto con válvula extensible, 1 1/2	5,04	10,08
B-516-70	8,000	u	Junta blanca para instalación entre válvula y lavabo o fregadero	0,36	2,88
B-517-70	8,000	u	Junta negra para instalación por debajo del fregadero o lavabo	0,41	3,28
B-96M-40	8,000	u	Codo macho-hembra 1 1/2	0,90	7,20
B-S-AR	3,000	u	Bote sifónico	25,57	76,71
B120708	2,000	Ud	Válvula de corte ARCO modelo TURIA PN 40	8,52	17,04
BAT	1,000	u	CONJUNTO PREFABRICADO CENTRALIZACIÓN	100,76	100,76
BERBB	470,435	l	Esmalte de poliuretano alifático	14,11	6.637,84
BN38-0XBG	1,000	u	Válvula bola manual+rosca,2piezas,paso tot.,latón,DN=1"1/4,PN=25	14,61	14,61
BV-14	3,000	u	Injerto macho-hembra 45º Ø110	6,82	20,46
CAB1656106	1.152,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	576,00
CAB1656107	810,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	1.012,50
CAB1656109	192,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1x6mm² 450/750V	3,58	687,36
CAB1656111	192,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1x16mm² 450/750V	9,23	1.772,16
CAB1992107VDP	1.660,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1x2.5mm² 0.6/1kV	1,86	3.087,60
CAB1992110VDP	135,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X10MM²	5,35	722,25
CAB1992112VDP	855,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X25MM²	11,76	10.054,80
CAB1992113VDP	1.304,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X35MM²	10,45	13.626,80
CAB535304CC4P	255,000	m	CABLE DE DATOS CATEG.5E-FTP 4PR24AWG	1,52	387,60
CCTEL13MTS	19,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	616,00
CH-88-B	8,000	u	Codo macho-hembra 87º 30' Ø90	1,39	11,12
CITIDIM	77,000	u	Driver para lámparas LED CITIDIM	59,00	4.543,00
CITILUX	1,000	u	Sistema de control CITILUX GSM	1.395,00	1.395,00
COL4 1 ACO	18,000	u	Columna de 4.0 marca PHILIPS (1 ACO)	615,00	11.070,00
COL4 2 ACO	8,000	u	Columna de 4.0 marca PHILIPS (2 ACO)	695,00	5.560,00
COL6.0	3,000	u	Columna de 6.0 marca PHILIPS (1 ACO)	780,00	2.340,00
COL8 1 ACO	8,000	u	Columna de 8.0 con acoplamiento en punta	900,00	7.200,00
COL8Y ACO4	16,000	u	Columna de 8.0 con acoplamiento en punta y a 4.0m.	1.100,00	17.600,00
CPAK 12	1,000		Armario modular	1.200,00	1.200,00
CT630KVA	1,000	u	Transformador potencia 630kVA	26.000,00	26.000,00
CU1X35	501,981	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	26.655,19
CV-44	3,000	u	Codo hembra-hembra 45ºØ110	7,46	22,38
DD12	1,000	u	VASO DE EXPANSIÓN DD12	205,40	205,40
DFBNDFN	40,000	m²	Grava lavada 30–40 mm (espesor 5 cm)	6,50	260,00
DFJNDFJM	269,840	ud	Anclaje paramento	2,50	674,60
DFMFGM	312,550	m³	Gravilla lavada	55,00	17.190,25
DFNDBN	6,000	m²	Peto perimetral ladrillo macizo + mortero M-5	60,00	360,00
DHHERH	640,000	m	Tubo PEAD corrugado SN8 Ø160 con guía	17,00	10.880,00
DIF LAMP	2,000	ml	Difusor de aluminio	9,20	18,40
DLKRLAMP	18,000	u	KOMBIC 150 RD 2000 IP40 OPAL	111,30	2.003,40
DRBNEN	1.956,660	m	Perfil angular de aluminio	3,40	6.652,64
DSVSSVS	12,000	ud	Papelera Tipo Cerdanyola o similar	145,00	1.740,00
DVDV	45,900	l	Imprimación selladora	9,00	413,10
E2503035	1.009,000	Ml	Cable cobre 35 mm2.	1,15	1.160,35
EA5010	240,000	yd	Elem. auxiliares dn45 10 atn	2,22	532,80
EDBBNERBN	70,000	ud	Tapa D400	89,98	6.298,60
EEGEV	2,000	ud	Estructura tubular y malla	900,00	1.800,00
EERVBE	1.024,080	m²	Malla simple torsión de 40 mm y platificado color verde	8,00	8.192,64
EFGWEG	251,560	m²	Montantes 48/70 mm + canales galvanizados	6,80	1.710,61
EFQFQ	24.045,000	Kg	Acero S235JRC correa tipo C, tornilleria y accesorios	1,98	47.609,10
EFWGG	269,840	ud	Banda butílica	1,70	458,73
EFWGW	8,000		Tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas de color a	8,00	64,00
EGEGR	165,000		Tubería PVC corrugado perforado 600mm	135,00	22.275,00
EGWESGWEG	12,000	ud	Banco WPC Malaga	1.150,00	13.800,00
ELAUX200	14,000	ud	Elementos auxiliares (codos,tes, reducciones etc.)	44,35	620,90
ELAUX400	8,250	ud	Elementos auxiliares	1,00	8,25
ELCTNYL	2,000	ud	Elect. válvula nylon riego	135,16	270,32
ELMAUXPEAD16	346,000	ud	Elementos auxiliares PEAD dn 16	0,97	335,62
ELMAUXPEAD25	261,000	ud	Elementos auxiliares PEAD dn 32	1,22	318,42
ENCFMET	511,485	m²	Encofrado modular	35,00	17.901,98
ENV1	5,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	2.800,00
ERERB	91,800	l	Pintura antihumedad blanca	10,00	918,00
ERERHERH	8,700		Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	60,00	522,00
ERGEBERG	17,000		Herrajes, bisagras, cerres y juntas	70,00	1.190,00
ERGERG	220,000	ud	Correas y soportes	35,00	7.700,00
ERGERGE	2,000	ud	Elemento auxiliares	290,00	580,00
ERGERGRG	45,180	ud	Poste externo 48mm	24,95	1.127,24
ERGGER	165,000		Colector hormigón armado Ø400mm 90Kn/m2 unión elactica	84,00	13.860,00
ERGRGR	20,200		Carpinteria metalica	150,00	3.030,00

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
ERGVER	192,900	m²	Falso techo perforado 0,7mm + perfileria	30,00	5.787,00
ERWGBETBN	1.956,660	m	Perfil de sección cuadrada de aluminio de 2mm de espesor	4,85	9.489,80
EVRBE	68,250	m²	Subestructura galvanizada	35,00	2.388,75
EWGGWEG	32,000	m³	Relleno lateral + protección superior con arena	18,00	576,00
EWGWGW	152,250		Piezas de terrazo para interior, uso intensivo, micrograno (meno	25,00	3.806,25
FALED	18,000	u	Fuente de alñimentación LED-Trafo Elec FAe 100W-24V	34,28	617,04
FBBDB	251,560	m²	Sellados perimetrales y remateS	1,70	427,65
FBERB	564,522	l	Imprimación epoxídica 2 componentes	12,90	7.282,33
FDGBDFBB	225,000	m	Verja Ultra H=2m	180,00	40.500,00
FEFWEF	2,000	ud	Sellado perimetral con silicona neutra y calzos de apoyo	10,00	20,00
FGGG	766,900	ud	Tornilleria, namdas, rejillas, ventilación	0,80	613,52
FIS3109	36,000	u	ABRAZADERA METALICA AM Ø18/20MM	0,35	12,60
FOTV070201	1,000	ud	Licencia de monitorización	7.450,00	7.450,00
GDP-18INOX	37,600	u	GRAPA UNION ELECTRO-NIQUEL INOX GDP-18	9,53	358,33
GRGHA	18,375	m³	Hormigón drenante	170,00	3.123,75
GVBEVB	82,000	ud	Madroño	60,00	4.920,00
GWGG	40,000	m²	Geotextil filtrante PP 150 g/m²	3,00	120,00
HA30B20XC2	356,964	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	55.568,59
HH-1-14	1,000	u	VALV. SEGURIDAD 1 1/4" CONDUCIDA	35,31	35,31
HIMCTS2595	63,400	u	CAJA DE TIERRA	51,44	3.261,30
HM15OP	38,642	m3	Hormigón HM-20	114,80	4.436,10
IDED88	12,310	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	12,31
IFUS20SOL	118,000	u	Fusible de 20A curva gpV	12,00	1.416,00
IM02108	3,000	u	TERMOMETRO VERTICAL ESFERA 1/2"	23,94	71,82
IM331	2,000	u	MANOMETRO VERTICAL	30,90	61,80
INT25	1,000	u	Interruptor de 25 A IV	80,00	80,00
JAN2174	18,000	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	45,00
LAD20HORM	7,000	m2	Arqueta prefabricada	350,00	2.450,00
LADH6	9.404,000	ud	Ladrillo H6	0,90	8.463,60
LAMIMP	883,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	7.011,42
LEG034275	14,311	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	18,75
LEG055423	3,000	u	BASE 25A II+T 80X80MM C/PROTECCION	10,54	31,62
LEG069740	10,000	u	DETECTOR GRIS IR ESTANCO 360	95,03	950,30
LEG771001	52,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	124,80
LEG775801	29,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	165,59
LEG775874	17,000	u	TOMA RJ45,CAT.5,STP	12,46	211,82
LEG775921	25,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V	4,36	109,00
LEG777001	19,000	u	MARCO 1 ELEM.	2,50	47,50
LEG777010	29,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	66,12
LEG777020	25,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR	2,41	60,25
LEG777075	17,000	ud	TAPA TOMA RJ45 BLANCO	4,22	71,74
LKM460N	505,000	ud	Módulo fotovoltaico Jinko Tiger Neo 460W	125,00	63.125,00
LKM635	414,000	ud	Módulo fotovoltaico Jinko Tiger Neo 635W	150,00	62.100,00
LXF9150XLPW	63,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless	127,20	8.013,60
MATAUX	18,000	ud	Material auxiliar	3,50	63,00
MCTAP40	67,000	ud	Marco y tapa arqueta 40x40 acero galvanizado	65,00	4.355,00
MCTAP40EG	36,000	ud	Marco y tapa arqueta 60x60 acero galvanizado	70,00	2.520,00
MORTM5	15,590	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	2.330,65
MT08CEM011A	1.487,000	kg	Cemento Portland CEM II/B-L 32,5 R, color gris, en sacos	0,10	148,70
MT09MCR300B	47,584	m³	Arena-cemento, sin aditivos, con 250kg/m3 de Cepmento Portland	60,05	2.857,42
MT18BHI010AA	1,487	m³	Lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2	130,70	194,35
MT18BHI010AA_	536,700	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	8.318,85
NOV76MAC	8,000	u	Válvula de escuadra 1/2x3/8	5,31	42,48
NSX1000N	1,000	u	Interruptor automático 1.000A	12.340,00	12.340,00
NSX160N	2,000	u	Interruptor automático 160A	1.750,00	3.500,00
NSX250N	3,000	u	Interruptor automático 250A	2.500,00	7.500,00
NSX630N	2,000	u	Interruptor automático 630A	7.230,00	14.460,00
P15LFA010	220,000	ud	Soporte aluminio 20º mesa 2ud	110,00	24.200,00
PC60	9,000	ud	Placa circular de 60 cm de diámetro	98,69	888,21
PCTEX	8,000	ud	Placa rectangular con texto a definir segun planos	128,00	1.024,00
PCU60	1,000	ud	Placa rectandular	140,00	140,00
PE-MAT	79,500	u	Pequeño material	1,35	107,33
PEAD5010	264,000	ml	Tubería PEAD dn50 10 atm	2,56	675,84
PEIP65LED	9,000	u	Pantalla estanca Led 40W	62,50	562,50
PEQUE	20,750	u	Pequeño material	1,25	25,94
PERLED	180,000	m	perfil tecsoled aluminio P/NTS0410	4,40	792,00
PG62	54,000	ml	Poste aluminio diam 60x4.5mm	100,30	5.416,20
PINTACRCIUD	240,630	l	Pintura acrílica ciudad	11,00	2.646,93
PLACFIJ	2,000	u	Placa de fijación	3,65	7,30

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
PORTES	53,000	u	Portes por unidad	47,00	2.491,00
PPRE66900	6,000	u	PRESTO ARTE CM grifo	533,80	3.202,80
PRGELC	1,000	ud	Programador eléctrico	202,97	202,97
PSYPMP455324V	4,000	u	SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE	127,57	510,28
QFQFQ	53,550		Tubo de PVC 315mm	62,00	3.320,10
QUI1Y070044	63,400	u	PICA TIERRA PT-1.5 ESTANDAR	9,82	622,59
QUI1Y072006	63,400	u	BRIDA BPT P/PICA DE TIERRA ESTANDAR	2,39	151,53
QW-13	3,000	u	Salida de inodoro Ø110	4,35	13,05
QW-17	3,000	u	Junta labiada para manguito inodoro	1,63	4,89
RBHRBN	40,000	m²	Lámina impermeabilizante LBM (SBS) 4 kg/m²	9,50	380,00
REGERGRGE	45,180	ud	Poste en escuadra	35,00	1.581,30
RGERB	192,900	m²	Barrera de vapor PE 200	1,50	289,35
RHEH	232,000		Lechada coloreada con la misma tonalidad de las baldosas, para p	1,15	266,80
RVEH	3,000	u	Urban T22-C2 Gen 3	4.610,00	13.830,00
SBNDFN	70,000	ud	Arqueta A1	110,00	7.700,00
SBSB	25.741,896	kg	Acero B500S	1,74	44.790,90
SDAVSVSV	386,000	ud	Ciprés	8,00	3.088,00
SDFBSFB	202,920	kg	Resina	6,50	1.318,98
SDVGSDV	20,000	ud	Separadores	2,40	48,00
SDVVSVSD	15,000	ud	Melia (Melia azedarach)	51,00	765,00
SGGGGH	65,928	m³	Cama de arena	18,00	1.186,70
SGVWBB	18,060	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente AC32 BASE S	95,00	1.715,70
SGVWBBDR	12,040	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente AC22 BIN D	97,00	1.167,88
SGVWBBDR1	3,612	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente BBTM 11 B	99,00	357,59
SGWEGW	251,560	m²	Pintura blanca lisa lavable	6,00	1.509,36
SH-24X025	12,000	m	SH/Armaflex coquilla de 24mm de espesor	6,97	83,64
SHP 100-20	3,000	ud	Inversor de red SMA SHP 100-20 de 100kW	10.650,00	31.950,00
SMADATAMAN	2,000	ud	SMA Data Manager M (EDMM-20)	1.150,00	2.300,00
SOL6625	73,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	25,55
SSB	191,500	m²	Lana de roca 40 mm (30–40 kg/m³)	5,80	1.110,70
SSSB	40,000	m²	Limpieza y regularización de soporte	2,50	100,00
STP 100 60 C2	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 100 60 core 2	7.260,00	7.260,00
STP 15-50	2,000	ud	Inversor de red SMA STP 15-50	3.658,35	7.316,70
STP 25-50	2,000	ud	Inversor de red SMA STP 25-50	4.167,50	8.335,00
STP 50-40	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 50-40 core 1	7.607,75	7.607,75
SVBSWVSVB	27,000	ud	Tilo	120,00	3.240,00
SVSDV	11.865,000	m²	Geotextil	1,10	13.051,50
SVWEV	165,000		Juntas elactoméricas	8,00	1.320,00
SWBHER	264,138	m²	Placa de yeso	5,50	1.452,76
TC-32-3-B	6,000	ml	Tubería de PVC blanca Ø32mm	1,64	9,84
TC-40-3-B	14,000	ml	Tubería PVC blanca Ø90	2,27	31,78
TL LAMP	2,000	ml	Tira flexible LED	4,50	9,00
TLED196W	180,000	m	Tira LED 19,6W 4000K IP67 24 VDC	30,77	5.538,60
TLLED	360,000	m	Tecsoled tapa lateral	0,90	324,00
TNJTRN	4.809,000	l	Imprimación epoxi rica en zinc (60-80) y acadado poliuretano 60	3,00	14.427,00
TRIT3510	96,400	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý35mm T-35-10	0,29	27,96
TRIT64	72,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý6mm T-6-5	0,14	10,08
TRRSLC	187,530	m3	Suelo seleccionado	6,73	1.262,08
TTDC	1,000	u	ATW-ACS-DV300	4.512,36	4.512,36
TUB Ø90-R	754,000	m	TUBO ASICAN-DP NORMAL (DRN) 450 ROLLO Ø90MM	3,50	2.639,00
TUB200	154,000	ml	Tubería diámetro 200 pvc	25,49	3.925,46
TUBC160	106,000	m	Tubo corrugado 160 canalización eléctrica ULTRATP-I rojo rollo	5,50	583,00
TUBC200	1.753,000	m	Tubo corrugado 200canalización eléctrica ULTRATP-I rojo barra 6m	7,50	13.147,50
TUBEVAC110	61,500	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø110	5,66	348,09
TUBEVAC125	8,800	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø125	12,93	113,78
TUBPEAD16	380,600	ml	Tubería PEAD dn 16	1,37	521,42
TUBPEAD25	287,100	ml	Tubería PEAD dn 32	1,47	422,04
TUP2700162	90,000	%	TUBO PVC CORRUGADO -16 FORRADO	1,00	90,00
TUP2700202	1.272,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	661,44
TUP2700252	24,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -25 FORRADO	0,68	16,32
TUP2700502	192,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -50 FORRADO	2,21	424,32
TUR53M32GR	332,000	m	TUBO REFORZADO PVC GRIS Ø 32 ENCHUF.	4,02	1.334,64
TUR53M50GR	15,000	m	TUBO REFORZADO PVC GRIS Ø 50 ENCHUF.	1,25	18,75
TYDIF	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	1.200,00	1.200,00
TYDIF2	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	900,00	900,00
TYDIF3	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	750,00	750,00
U2005Me	1,000	ud	Collarin de toma PE SDR 11 hasta 16 Bar en carga para canalizac	69,00	69,00
UNE1251	833,200	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	66,66
UNE2244	793,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	31,72
					98,38

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
VAI	8,000	u	Válvula de aireación 1 1/2	4,27	34,16
VVWVS	2,760	m²	Acristalamiento doble 4/12/4 incoloro bajo emisivo	85,00	234,60
WEFEWF	44,000	m²	Rampa prefabricada de hormigón armado HA-25	75,00	3.300,00
WEFEWFFW	8,700		Motor persana	200,00	1.740,00
WEFGWE	57.007,650	Kg	Acero laminado S 275 JR	2,00	114.015,30
WEFWFVGW	150,600	ud	Poste intermedio 48mm	12,00	1.807,20
WEGWEGW	80,000	m	Tubo PEAD corrugado SN8 110	4,30	344,00
WEGWGW	320,000	m	Cinta señalización traza metálica	0,60	192,00
WEGWGWE	1.449,681	ud	Pequeño material	5,00	7.248,41
WERGWWG	105,000	m	Tubo curvable 90 250N	4,39	460,95
WEWW	2,000	Ud	Válv. corte ARCO modelo TURIA PN 40	7,92	15,84
WFGWEFG	41,250		Junta y manguito de unión	5,00	206,25
WFQFQ	2,000	ud	Herrajes inox (bisagras, cremona, maneta, burletes EPDM)	10,00	20,00
WGEGWG	242,340	m³	Relleno seleccionado y compactación	14,00	3.392,76
WGHEH	40,000	m²	Imprimación bituminosa base disolvente	3,00	120,00
WGWEG	192,900	m²	Panel sandwish PIR 50mm	65,00	12.538,50
WGWEGVS	574,000	m²	Panel sandwish PIR 30mm	45,00	25.830,00
WGWG	15,060	ud	Poste interiro de refuerzo 48mm	36,10	543,67
WGWGWG	1.324,000	m	Tubería PEAD corrugada 90	3,50	4.634,00
WQQW	2,760	m²	Carpintería de aluminio lacado con	180,00	496,80
WT120C G2	42,000	u	Luminaria estanca PHILIPS	100,00	4.200,00
WVWEFVWW	1,000	ud	Contador	500,00	500,00
XCV BC	112,500	ud	Anclajes	20,00	2.250,00
mt01agr010e	365,122	t	Gravilla 4, de 20 a 30 mm de diámetro.	8,86	3.234,98
mt01ara010	1,660	m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	18,60	30,88
mt01are010a	1.802,150	m³	Grava de cantera de piedra caliza, de 40 a 70 mm de diámetro.	16,00	28.834,40
mt01var010	190,146	m	Cinta plastificada.	0,14	26,62
mt01zah020s	1.366,280	Tn	Zahorra artificial ZA25, coeficiente de Los Ángeles <30, adecuad	10,40	14.209,31
mt04lgb010a	7.518,000	u	Ladrillo cerámico hueco doble Castellano H6, para revestir, 24x1	0,42	3.157,56
mt07aco020a	204,400	u	Separador homologado para cimentaciones.	0,20	40,88
mt07ame010n	31,500	m²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	6,49	204,44
mt08aaa010a	293,232	m³	Agua.	1,40	410,53
mt08var050	17,374	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	2,70	46,91
mt09mif010cC	17,280	m³	Mortero M-40	130,00	2.246,40
mt09mif010ca	26,147	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	3.908,98
mt09mif010la	2,646	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con	130,00	343,98
mt10haf010ctL	56,174	m³	Hormigón HA-25/B/20/XC2, fabricado en central.	144,45	8.114,33
mt10hmf010tLb	264,147	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	36.452,29
mt10hmf011ib	52,568	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	6.236,08
mt11arh011a	4,000	u	Imbornal con fondo y salida frontal, registrable, prefabricada d	44,17	176,68
mt11rej010a	4,000	u	Marco y rejilla de fundición dúctil, clase C-250 según UNE-EN 12	41,12	164,48
mt11tpb030a	57,750	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie	3,88	224,07
mt11tpb030d	34,650	m	Tubo de PVC 200 d, enterrado sin presión, serie	17,00	589,05
mt11var009	1,448	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	14,75	21,36
mt11var010	0,724	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,48	16,28
mt12ple090	144,780	u	Pieza de cuelgue rápido Quick-lock "PLACO".	1,41	204,14
mt12ple100	144,780	u	Varilla lisa regulable con gancho "PLACO", de 4 mm de diámetro y	2,03	293,90
mt12plk040qjc	73,838	m²	Placa de escayola, lisa, gama Decor modelo Apolo "PLACO", de 600	21,72	1.603,76
mt12plp090c	120,167	m	Perfil metálico primario de acero galvanizado, Quick-lock "PLACO	2,43	292,01
mt12plp100a	36,195	m	Perfil metálico angular de acero galvanizado, Quick-lock "PLACO"	1,34	48,50
mt12plp110a	72,390	u	Perfil metálico de acero galvanizado, Gyptone "PLACO", fabricado	0,79	57,19
mt12psg220	144,780	u	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	0,06	8,69
mt14ebc010a	172,000	kg	Emulsión bituminosa, tipo ECR-1, a base de betún asfáltico, segú	0,28	48,16
mt14ebc010g	86,000	kg	Emulsión bituminosa, tipo ECI, a base de betún asfáltico, según	0,26	22,36
mt16pea020c	8,750	m²	Panel rígido	2,31	20,21
mt18aph011a	6.251,000	m2	Adoquín microporoso de hormigón 15x15x10	45,00	281.295,00
mt18jbg010aa5	1.350,300	u	Bordillo - tipo recto 15x25cm C5	2,50	3.375,75
mt18jbg010aa6	1.162,000	u	Bordillo tipo jardinera, 20x8	2,50	2.905,00
mt21vtt010f	51,240	m²	Vidrio templado,de 12 mm	115,00	5.892,60
mt21vva015a	5,858	u	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A	7,00	41,01
mt22aap011ja	6,000	u	Precerco de madera de pino, 90x35 mm, para puerta de una hoja, c	21,90	131,40
mt22agb010eg	20,400	m	Galce de MDF hidrófugo, 90x20 mm, prelacado en blanco.	4,95	100,98
mt22atb010m	41,600	m	Tapajuntas de MDF hidrófugo, 70x10 mm, prelacado en blanco.	4,18	173,89
mt22bcf030aa	2,000	u	Block de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, se	500,00	1.000,00
mt22pxn020ad	4,000	u	Puerta exterior, de tablero de MDF, prelacada en blanco, c	350,00	1.400,00
mt22www041a	0,200	u	Aerosol de 750 ml de espuma adhesiva autoexpansiva, ignífuga, de	12,86	2,57
mt23hbl010aa	4,000	u	Juego de manivela y escudo largo de latón negro brillo, serie bá	9,75	39,00
mt23ibl010p	12,000	u	Pernio de 100x58 mm, con remate, en latón negro brillo, para pue	0,85	10,20
mt23ppb031	72,000	u	Tornillo de latón 21/35 mm.	0,08	5,76
mt23ppb200	4,000	u	Cerradura de embutir, frente, accesorios y tornillos de atado, p	13,54	54,16

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
mt26cem010b	19,140	m²	Cierre metálico enrollable de varillas troqueladas de acero zinc	170,00	3.253,80
mt26eem020	8,700	u	Cerradura de seguridad al suelo para cierre enrollable.	70,00	609,00
mt28mcm060b	55,692	m²	Malla de fibra de vidrio antiálcalis "MICROESTIL", de 80 g/m² de	1,38	76,85
mt28mcm070a	7,160	l	Imprimación monocomponente P541 "MICROESTIL", diluida en dos par	9,57	68,53
mt28mcm070k1	207,550	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	1.926,06
mt28mcm080aa1	31,824	kg	Microcemento monocomponente Plus Fino "MICROESTIL", textura lisa	3,68	117,11
mt28mcm080ba1	106,080	kg	Microcemento monocomponente Plus Base "MICROESTIL", color Blanco	4,13	438,11
mt28mcm090a	6,365	l	Imprimación selladora transpirable con resinas acrílicas en disp	12,06	76,76
mt28mcm100a	6,365	l	Sellador de poliuretano alifático de dos componentes Estilpur PU	33,39	212,52
mt35aia080aa	20,000	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pa	1,30	26,00
mt35cun010a1	60,000	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 k	0,51	30,60
mt35www010	4,000	u	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	5,04	20,16
mt46phm050	56,000	u	Pate de polipropileno conformado en U, para pozo, de 330x160 mm,	5,34	299,04
mt46tpr010q	14,000	u	Tapa con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fund	171,64	2.402,96
mt48tie020	6,450	kg	Abono mineral complejo NPK 15-15-15.	2,10	13,55
mt48tie030a	238,330	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	4.051,61

7 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El contratista no puede, bajo ningún concepto de error u omisión en estos detalles, reclamar modificación alguna en los precios señalados en esta Justificación de Precios.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio

ANEXO 1. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

01.01 **ud** **Desmontaje de farolas**

Desmontaje completo de farola existente, incluyendo luminaria, brazo, báculo, base de anclaje, caja de conexión, cableado hasta arqueta, y elementos de fijación. Comprende desconexión eléctrica, desmontaje manual o mecánico, retirada y carga para transporte, gestión de residuos y acopio de elementos aprovechables. Incluye medios auxiliares, herramientas, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución conforme al

mo112	0,500	h	Peón especializado construcción.	18,18	9,09
mo113	0,094	h	Peón ordinario construcción.	18,18	1,71
mq04cag010c	0,200	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	11,69

Suma la partida		22,49
Costes indirectos	6,00%	1,35
TOTAL PARTIDA		**23,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

01.02 **ud** **Desmontaje de marquesina metálica andén**

Desmontaje completo de marquesina metálica ligera, compuesta por estructura metálica y cubierta. Comprende el desmontaje mediante grúa, retirada de luminarias, desmontaje de anclajes o placas de fijación, carga, transporte y gestión de residuos o acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, grúa si es

mo112	3,000	h	Peón especializado construcción.	18,18	54,54
mq04cag010c	3,000	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	175,32
mo113	2,316	h	Peón ordinario construcción.	18,18	42,10

Suma la partida		271,96
Costes indirectos	6,00%	16,32
TOTAL PARTIDA		**288,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

01.03 **ud** **Desmontaje de bancos**

Retirada completa de banco anclado sobre pavimento de hormigón, incluyendo desmontaje de asiento, respaldo y apoyos metálicos o de fundición, desatornillado o corte de anclajes mecánicos, limpieza del pavimento y recuperación del banco para su posible reutilización. Comprende la carga, transporte y acopio del material en zona indicada por la Dirección Facultativa para su posterior reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares,

mo113	0,100	h	Peón ordinario construcción.	18,18	1,82
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45
mq05mai030	0,100	h	Martillo neumático.	4,07	0,41
mq05pdm110	0,060	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	0,41
mq04cag010c	0,050	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	2,92

Suma la partida		11,01
Costes indirectos	6,00%	0,66
TOTAL PARTIDA		**11,67**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

01.04 **m²** **Desmontaje de estructura metálica edificio de control**

Desmontaje completo de edificio prefabricado/modular de estructura metálica ligera, con cerramientos y cubierta tipo panel, carpinterías metálicas/aluminio, pavimentos y acabados interiores, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo desatornillado o corte de uniones, retirada ordenada de paneles de fachada y cubierta, levantado de carpinterías, puertas, vidrios, falsos techos y luminarias, desconexión y desmontaje de instalaciones interiores, y retirada de tornillería y anclajes a losa. Comprende carga manual sobre camión/contenedor, transporte y gestión en gestor autorizado de los residuos no reutilizables, así como acopio de elementos recuperables. Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares, herramientas, grúa o elevador si fuera necesario, señalización,

mo018	1,000	h	Oficial 1ª	22,18	22,18
mo112	1,000	h	Peón especializado construcción.	18,18	18,18
mo113	1,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	18,18
mq04cag010c	0,500	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	29,22
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	87,80	2,63

Suma la partida		90,39
Costes indirectos	6,00%	5,42
TOTAL PARTIDA		**95,81**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.05		**m**	**Levantado de barandilla metálica de 100 cm**			
			Levantado con medios manuales y equipo de oxicorte de barandilla metálica recta de aproximadamente 1,00 m de altura, incluyendo el corte o desmontaje de anclajes, retirada de los elementos metálicos, carga manual sobre camión y gestión de residuos. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias.			
mq08sol010	0,300	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno com	7,36	2,21	
mo019	0,200	h	Oficial 2ª	19,88	3,98	
mo113	0,300	h	Peón ordinario construcción.	18,18	5,45	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	11,60	0,35	
			Suma la partida			11,99
			Costes indirectos	6,00%		0,72
			TOTAL PARTIDA			**12,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

01.06		**m**	**Desmontaje de cierre metálico**			
			Desmontaje completo de cierre metálico existente, con postes metálicos, pletinas, tornillería y anclajes sobre zapata o murete de hormigón. Comprende el corte o desatornillado de los elementos, extracción de postes y anclajes, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecu-			
mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	
mo059	0,100	h	Ayudante	19,32	1,93	
mo113	0,100	h	Peón ordinario construcción.	18,18	1,82	
mq04cag010c	0,050	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	2,92	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	7,80	0,23	
			Suma la partida			8,01
			Costes indirectos	6,00%		0,48
			TOTAL PARTIDA			**8,49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

01.07		**ud**	**Desmontaje de torre de media tensión**			
			Desmontaje completo de torre metálica de línea de media tensión, incluyendo estructura soporte, crucetas, aisladores, herrajes, conductores, elementos de puesta a tierra y anclajes. Comprende la desconexión previa de la línea por empresa autorizada, desmontaje manual o mecánico de los elementos estructurales, corte o retirada de cimentaciones superficiales si existen, acopio y carga de materiales reutilizables, retirada de residuos y transporte a gestor autorizado. Incluye medios auxiliares, grúa, herramientas, mano de obra especializada y medidas de seguridad según Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RD 223/2008), R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctri-			
mo112	27,000	h	Peón especializado construcción.	18,18	490,86	
mo113	5,063	h	Peón ordinario construcción.	18,18	92,05	
mq04cab010e	27,000	h	Camión basculante de 20 t de carga, de 213 kW.	60,00	1.620,00	
			Suma la partida			2.202,91
			Costes indirectos	6,00%		132,17
			TOTAL PARTIDA			**2.335,08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

01.08		**ud**	**Desmontaje de señalización**			
			Retirada completa de elementos de señalización vertical, informativa o direccionales existentes, incluyendo carteles, placas, paneles, mástiles, anclajes y cimentaciones superficiales si las hubiera. Comprende el desmontaje mecánico, desconexión eléctrica en caso de señalización iluminada, acopio y transporte de los elementos aprovechables, retirada y gestión de residuos conforme a la normativa vigente. Incluye mano de obra, herramientas, me-			
mo112	0,500	h	Peón especializado construcción.	18,18	9,09	
mo113	0,500	h	Peón ordinario construcción.	18,18	9,09	
mq04cag010c	0,100	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	5,84	
mq05mai030	0,500	h	Martillo neumático.	4,07	2,04	
mq05pdm110	0,200	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	1,38	
			Suma la partida			27,44
			Costes indirectos	6,00%		1,65
			TOTAL PARTIDA			**29,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.09		**ud**	**Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco**			
			Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos, y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.			
mq09sie010	0,600	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,25	1,95	
mq07cce010a	0,350	h	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura	40,00	14,00	
mq01exn020a	0,160	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	8,68	
mq02roa010a	0,352	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo	9,46	3,33	
mo018	1,000	h	Oficial 1ª	22,18	22,18	
mo059	1,540	h	Ayudante	19,32	29,75	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	79,90	2,40	
			Suma la partida			82,29
			Costes indirectos		6,00%	4,94
			TOTAL PARTIDA			**87,23**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

01.10		**PA**	**Retirada servicios existentes**			
			Retirada y desmantelamiento de los servicios existentes en el ámbito de actuación, incluyendo todas las canalizaciones, arquetas, cableados, acometidas eléctricas y redes enterradas en desuso o que interfieran con las nuevas obras. Comprende el desmontaje y retirada manual o mecánica de canalizaciones, arquetas, cuadros eléctricos y cimentaciones, corte y desconexión segura de líneas activas, separación y clasificación de materiales, carga, transporte y gestión de residuos a vertedero o gestor autorizado, así como el saneo, relleno, compactación y limpieza final del terreno. Incluye replanteo, medios auxiliares, señalización, vallado, medidas de seguridad, control de riesgos eléctricos, herramientas, y dirección y supervisión de los trabajos, dejando la zona completamente des-			
EBHRTBNETE	1,000	ud	Retirada de servicios existentes	5.000,00	5.000,00	
			Suma la partida			5.000,00
			Costes indirectos		6,00%	300,00
			TOTAL PARTIDA			**5.300,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL TRESCIENTOS EUROS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES

02.01 **m** **Demolición de bordillo de hormigón**

Demolición de bordillo de hormigón asentado sobre base de hormigón, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo el levantado, rotura del mortero de agarre, limpieza de la zona, carga manual sobre camión o contenedor. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguri-

mq05mai030	0,150	h	Martillo neumático.	4,07	0,61	
mq05pdm110	0,070	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	0,48	
mo112	0,110	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,00	
mo113	0,032	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,58	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	3,70	0,11	
			Suma la partida			3,78
			Costes indirectos	6,00%		0,23
			TOTAL PARTIDA			**4,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS

02.02 **m²** **Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico**

Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, mediante retroexcavadora equipada con martillo rompedor, incluyendo el corte, levantado y fragmentado del firme, carga mecánica sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye maquinaria, mano de obra, herramientas, medios auxiliares y

mq01exn050c	0,010	h	Retroexcavadora sobre neumáticos, de 85 kW, con martillo	66,75	0,67	
mq01ret010	0,010	h	Miniretrocargadora sobre neumáticos de 15 kW.	40,85	0,41	
mq11eqc010	0,100	h	Cortadora de pavimento con arranque, desplazamiento y regulación	36,84	3,68	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	8,40	0,25	
			Suma la partida			8,65
			Costes indirectos	6,00%		0,52
			TOTAL PARTIDA			**9,17**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

02.03 **m²** **Demolición de pavimento tipo panot**

Demolición de pavimento de baldosas y/o losetas de hormigón tipo panot, mediante martillo neumático, incluyendo el levantado, rotura de las piezas y de la capa de asiento, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad ne-

mq05mai030	0,100	h	Martillo neumático.	4,07	0,41	
mq05pdm110	0,100	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	0,69	
mo112	0,100	h	Peón especializado construcción.	18,18	1,82	
mo113	0,060	h	Peón ordinario construcción.	18,18	1,09	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	4,00	0,12	
			Suma la partida			4,13
			Costes indirectos	6,00%		0,25
			TOTAL PARTIDA			**4,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

02.04 **m²** **Demolición de pavimento continuo de hormigón armado**

Demolición de pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, mediante martillo neumático y equipo de oxicorte para el corte de armaduras, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo la fragmentación, limpieza, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución

mq05mai030	0,347	h	Martillo neumático.	4,07	1,41	
mq05pdm010a	0,173	h	Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal.	3,80	0,66	
mq08sol010	0,130	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno com	7,36	0,96	
mo019	0,220	h	Oficial 2ª	19,88	4,37	
mo112	0,720	h	Peón especializado construcción.	18,18	13,09	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,50	0,62	
			Suma la partida			21,11
			Costes indirectos	6,00%		1,27
			TOTAL PARTIDA			**22,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.05		**ud**	**Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta**			
			Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta, incluyendo la desconexión y retirada de líneas eléctricas, desmontaje de envolvente metálica o de poliéster, anclajes, base de apoyo y elementos interiores. Comprende la carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para su posible reutilización. Incluye mano de obra cualificada, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad sobre riesgo eléctrico y normativa vigente.			
mo018	1,000	h	Oficial 1ª	22,18	22,18	
mo113	1,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	18,18	
mq04cag010c	0,400	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	23,38	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	63,70	1,91	
			Suma la partida			65,65
			Costes indirectos		6,00%	3,94
			TOTAL PARTIDA			**69,59**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

02.06		**m²**	**Demolición cubierta de edificio existente**			
			Desmontaje completo de cubierta inclinada de teja existente, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo la retirada ordenada de las tejas, rastreles, tablero o elementos de apoyo, hasta dejar el plano del forjado estructural limpio y nivelado. La operación comprende igualmente la demolición de los aleros perimetrales de la cubierta, ejecutada con picas eléctricas o martillo ligero, garantizando la continuidad del plano estructural y evitando daños en los elementos contiguos. Se incluyen todos los medios auxiliares necesarios, así como el barrido y limpieza final del área de trabajo, dejando la cubierta completamente despejada, segura y lista para la posterior ejecución de la nueva impermeabilización de cubierta. La unidad comprende mano de obra especializada, herramientas, medios mecánicos ligeros, protección de elementos contiguos y verificación final de limpieza y seguridad, confor-			
mo018	0,800	h	Oficial 1ª	22,18	17,74	
mo059	0,500	h	Ayudante	19,32	9,66	
DBERBE	0,100	h	Martillo eléctrico	8,00	0,80	
AFGGVS	0,050	h	taladro	6,50	0,33	
RHERHE	1,000	m²	andamio	3,50	3,50	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	32,00	0,96	
			Suma la partida			32,99
			Costes indirectos		6,00%	1,98
			TOTAL PARTIDA			**34,97**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA

03.01		**m²**	**Desbroce y limpieza del terreno con arbustos y tocones, hasta un**			
			Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínimo 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin in-			
mq09sie010	0,015	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,25	0,05	
mq01pan010a	0,015	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	54,25	0,81	
mo113	0,050	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,91	
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	1,80	0,05	
			Suma la partida			1,82
			Costes indirectos	6,00%		0,11
			TOTAL PARTIDA			**1,93**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

03.02		**m³**	**Desmonte de terreno**			
			Desmonte de terreno natural de arcilla semidura mediante medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de proyecto, incluyendo el arranque, carga, así como la carga de los materiales extraídos sobre camión o acopio lateral. En caso de afloramiento de nivel freático o presencia de aguas de infiltración, se incluye la colocación puntual de bomba de achique, con canalización provisional y evacuación del agua fuera del recinto de excavación, garantizando la estabilidad y sequedad del fondo durante la ejecución. Comprende la mano de obra, maquinaria, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo las operaciones de replanteo, control de cotas y limpieza final del fondo de excavación. El material sobrante según indique			
mq01pan010a	0,090	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	54,25	4,88	
mo113	0,049	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,89	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	5,80	0,17	
			Suma la partida			5,94
			Costes indirectos	6,00%		0,36
			TOTAL PARTIDA			**6,30**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

03.03		**m³**	**Terraplenado de terreno**			
			Terraplenado mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material procedente de la propia excavación, su humectación o desecación si es necesaria y compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3 y hasta conseguir la cota de subrasante prevista en el proyecto. Incluye maquinaria, mano de obra, control de compactación, riegos, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución			
MQ00PCME001	0,040	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	2,15	
MQ00BULL001	0,086	H	Bulldozer cadenas 161 KW, 22 Tn	63,50	5,46	
MQ00CMCR002	0,022	H	Camión cisterna, 9 m3	60,00	1,32	
MQ00COVI001	0,051	H	Compactador vibratorio autopropulsado, 98 KW, 12 Tn	36,00	1,84	
MQ00MTNV001	0,018	H	Motoniveladora, 149 KW, 3,7 m	65,00	1,17	
MQ00CMBA012	0,150	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	6,45	
mo112	0,100	h	Peón especializado construcción.	18,18	1,82	
mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
			Suma la partida			20,32
			Costes indirectos	6,00%		1,22
			TOTAL PARTIDA			**21,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

03.04		**m²**	**Refino y planeo de una excavación**			
			Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o			
SBWBW	0,009	h	motoniveladora	80,00	0,72	
MOMAQU	0,009	h	Maquinista o conductor	22,18	0,20	
			Suma la partida			0,92
			Costes indirectos	6,00%		0,06
			TOTAL PARTIDA			**0,98**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

03.05		**m³**	**Excavación balsa**			
			Excavación de tierras para formación de balsa en arcilla semidura, ejecutada por medios mecánicos (excavadora y apoyo de carga), conforme a las rasantes, taludes y geometría del proyecto, con perfilado y saneo del fondo y taludes, gestión de aguas (achiques menores) y retirada de materiales inadecuados.			
C13C-00LP	0,095	h	Retroexcavadora s/neumáticos 8 a 10t	52,25	4,96	
mo113	0,049	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,89	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	5,90	0,18	
			Suma la partida			6,03
			Costes indirectos	6,00%		0,36
			TOTAL PARTIDA			**6,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN

SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE SOLAR

04.01.01			**Camino de zahorra artificial ZA-25 de 20**			
			Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y			
mt01zah020s	0,360	Tn	Zahorra artificial ZA25, coeficiente de Los Ángeles <30, adecuad	10,40	3,74	
mq02rot030b	0,110	h	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura	40,93	4,50	
mq04cab010d	0,110	h	Camión basculante de 14 t de carga, de 184 kW.	60,00	6,60	
mq02cia020j	0,011	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,55	
mo113	0,154	h	Peón ordinario construcción.	18,18	2,80	
mo112	0,110	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,20	0,61	
			Suma la partida			20,80
			Costes indirectos	6,00%		1,25
			TOTAL PARTIDA			**22,05**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION APARCAMIENTO

04.02.01		**m²**	**Geotextil no tejido de polipropileno 150 g/m²**			
			Suministro y colocación de geotextil no tejido de polipropileno de 150 g/m², con funciones de separación y filtración, dispuesto directamente sobre el terreno natural regularizado y compactado, actuando como capa separadora entre la explanada y la subbase granular. La colocación se realizará en bandas continuas, con solapes mínimos de 30 cm, tensado manual, sin pliegues, y con remontes laterales hasta la cota superior de la subbase. Incluye suministro, transporte, extendido, solapes, recortes, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad ne-			
SVSDV	1,000	m²	Geotextil	1,10	1,10	
mo113	0,011	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,20	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	1,30	0,04	
			Suma la partida			1,34
			Costes indirectos	6,00%		0,08
			TOTAL PARTIDA			**1,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.02.02		**m³**	**Subbase de grava machacada 4/20 mm**			
			Ejecución de subbase de grava machacada 4/20 mm, con un espesor total de 30 cm, extendida en tongadas de 10–15 cm, humedecida si es necesario y compactada mecánicamente hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación, humectación, compactación con rodillo vibrante o bandeja mecánica, control de			
mt01are010a	1,000	m³	Grava de cantera de piedra caliza, de 40 a 70 mm de diámetro.	16,00	16,00	
mq01pan010a	0,012	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	54,25	0,65	
mq02rod010d	0,012	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	0,10	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mq02cia020j	0,011	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,55	
mo113	0,061	h	Peón ordinario construcción.	18,18	1,11	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	18,40	0,55	
			Suma la partida			18,96
			Costes indirectos		6,00%	1,14
			TOTAL PARTIDA			**20,10**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

04.02.03 **m³** **Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm**

Ejecución de capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm, con un espesor de 5 cm, extendida sobre la subbase previamente compactada, nivelada y limpia, formando una base regular para la colocación del adoquín microporoso. La gravilla será de árido silíceo o calizo duro, lavada, exenta de finos, polvo y materia orgánica, garantizando la permeabilidad y estabilidad del pavimento. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación y planeo final, así como la mano de obra, herramientas y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

DFMFGM	1,000	m³	Gravilla lavada	55,00	55,00	
mo113	0,028	h	Peón ordinario construcción.	18,18	0,51	
mo019	0,060	h	Oficial 2ª	19,88	1,19	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	56,70	1,70	
			Suma la partida			58,40
			Costes indirectos		6,00%	3,50
			TOTAL PARTIDA			**61,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

04.02.04 **m²** **Pavimento adoquinado bicapa**

Suministro y colocación de adoquín microporoso de hormigón prefabricado, formato 15×15×10 cm, con separadores laterales de 3 mm. El material dispondrá de una estructura microporosa continua, con capacidad de infiltración certificada = 2.624 mm/h, equivalente a un caudal de 7.290 l/(s·ha). Resistencia mínima a compresión: 50 N/mm²; resistencia a flexotracción = 5 N/mm². Coeficiente de permeabilidad y durabilidad conforme a la norma UNE-EN 1338 para adoquines de hormigón. Incluye suministro de adoquines, transporte, colocación, rejuntado, compactación superficial con placa vibrante de goma, limpieza final, medios auxiliares, control de nivelación y todas las me-

mt18aph011a	1,000	m2	Adoquín microporoso de hormigón 15x15x10	45,00	45,00	
mo018	0,150	h	Oficial 1ª	22,18	3,33	
mo112	0,150	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,73	
SDEGWGB	0,020	h	Planca vibrante con base de goma	40,00	0,80	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	51,90	1,56	
			Suma la partida			53,42
			Costes indirectos		6,00%	3,21
			TOTAL PARTIDA			**56,63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.02.05 **m²** **Hormigón drenante**

Ejecución de pavimento de hormigón drenante de 10 cm de espesor, colocado sobre la subbase previamente compactada y regularizada, con resistencia característica fck = 25 MPa, porosidad efectiva 15–25 %, densidad 1.700–1.900 kg/m³. El hormigón se fabricará con árido grueso de granulometría controlada (4/12 mm), contenido reducido de finos y aditivos plastificantes para mantener la trabajabilidad sin pérdida de porosidad. La puesta en obra se realizará con extendedora, sin vibrado intenso, acabado superficial con rodillo. Incluye suministro del material, extendido, planeo, curado, juntas de retracción, limpieza final, control de calidad y medios auxiliares necesa-

GRGHA	0,105	m³	Hormigón drenante	170,00	17,85	
mo112	0,080	h	Peón especializado construcción.	18,18	1,45	
mo018	0,080	h	Oficial 1ª	22,18	1,77	
mq06vib020	0,090	h	Regla vibrante de 3 m.	4,66	0,42	
mq06cor020	0,090	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,48	0,85	
mt16pea020c	0,050	m²	Panel rígido	2,31	0,12	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	22,50	0,68	
			Suma la partida			23,14
			Costes indirectos		6,00%	1,39
			TOTAL PARTIDA			**24,53**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.02.06		**m²**	**Base de zahorra artificial 0/32 e=20 cm**			
			Capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y			
mt01zah020s	0,360	Tn	Zahorra artificial ZA25, coeficiente de Los Ángeles <30, adecuad	10,40	3,74	
mq02rot030b	0,110	h	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura	40,93	4,50	
mq04cab010d	0,110	h	Camión basculante de 14 t de carga, de 184 kW.	60,00	6,60	
mq02cia020j	0,011	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,55	
mo113	0,154	h	Peón ordinario construcción.	18,18	2,80	
mo112	0,110	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,20	0,61	
			Suma la partida			20,80
			Costes indirectos	6,00%		1,25
			TOTAL PARTIDA			**22,05**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

04.02.07		**m²**	**Solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor**			
			Ejecución losa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acceso aparcamiento, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Con-			
mt10hmf010tLb	0,105	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	14,49	
mo112	0,080	h	Peón especializado construcción.	18,18	1,45	
mo018	0,080	h	Oficial 1ª	22,18	1,77	
mq06vib020	0,090	h	Regla vibrante de 3 m.	4,66	0,42	
mq06cor020	0,090	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,48	0,85	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	19,00	0,57	
			Suma la partida			19,55
			Costes indirectos	6,00%		1,17
			TOTAL PARTIDA			**20,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.02.08		**m²**	**Rampa prefabricada de hormigón para paso peatonal**			
			Suministro y colocación de rampa prefabricada de hormigón armado de 10cm de espesor para paso peatonal, compuesta de losas modulares de hormigón prefabricado, adecuadas para tránsito peatonal, ancladas y asentadas sobre base nivelada. La rampa incluirá: acabado antideslizante, pendiente conforme a normativa de accesibilidad y remate con el pavimento de adoquín. Se incluye el transporte al punto de obra, montaje sobre base, nivelación, unión entre módulos, juntas de dilatación y limpieza final. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias. Condiciones específicas: Los módulos prefabricados serán de hormigón HA-25/B/20 (o equivalente) con acabado antideslizante Clase C, inclinación = 8 % o según normativa de accesibili-			
CAMGRRUA6T	1,000	h	Camión grúa 6 t	49,36	49,36	
WEFEWF	1,000	m²	Rampa prefabricada de hormigón armado HA-25	75,00	75,00	
mo018	0,200	h	Oficial 1ª	22,18	4,44	
mo112	0,200	h	Peón especializado construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	132,40	3,97	
			Suma la partida			136,41
			Costes indirectos	6,00%		8,18
			TOTAL PARTIDA			**144,59**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL

04.03.01		**m²**	**Baldosa prefabricada de hormigón 40×20×5 cm, tipo rugoso antides**
			Suministro y colocación de pavimento de baldosas prefabricadas de hormigón de 40×20×5 cm, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y rejuntadas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor debidamente nivelada. Incluye el sumi-

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			nistro de materiales, preparación de la superficie de apoyo, extendido del mortero, colocación, alineación y nivelación de las baldosas, rejuntado, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución. Cumplirá lo especificado en el artículo 691 del PG-3, y en la Norma UNE-EN 1339 para losas de hormigón para			
AFVAEGV	1,000	m²	Baldosa prefabricada hormigón 40×20×5 cm, rugosa antideslizante	10,70	10,70	
MT08CEM011A	1,000	kg	Cemento Portland CEM II/B-L 32,5 R, color gris, en sacos	0,10	0,10	
MT18BHI010AA	0,001	m³	Lechada de cemento CEM II/B-P 32,5 N 1/2	130,70	0,13	
MT09MCR300B	0,032	m³	Arena-cemento, sin aditivos, con 250kg/m3 de Cepmento Portland	60,05	1,92	
A0E-000A	0,150	h	Peón especialista	18,75	2,81	
MO03	0,150	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	3,33	
			Suma la partida			18,99
			Costes indirectos		6,00%	1,14
			TOTAL PARTIDA			**20,13**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con TRECE CÉNTIMOS

04.03.02		**m²**	**Solera de hormigón HM-20 para zona peatonal**			
			Ejecución de pavimento de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acerado, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Con-			
mt10hmf010tLb	0,105	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	14,49	
mo112	0,080	h	Peón especializado construcción.	18,18	1,45	
mo018	0,080	h	Oficial 1ª	22,18	1,77	
mq06vib020	0,090	h	Regla vibrante de 3 m.	4,66	0,42	
mq06cor020	0,090	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,48	0,85	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	19,00	0,57	
			Suma la partida			19,55
			Costes indirectos		6,00%	1,17
			TOTAL PARTIDA			**20,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.03.03		**m²**	**Base de zahorra artificial 0/32 acera e=20 cm**			
			Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y			
mt01zah020s	0,360	Tn	Zahorra artificial ZA25, coeficiente de Los Ángeles <30, adecuad	10,40	3,74	
mq02rot030b	0,110	h	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura	40,93	4,50	
mq04cab010d	0,110	h	Camión basculante de 14 t de carga, de 184 kW.	60,00	6,60	
mq02cia020j	0,011	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,55	
mo113	0,154	h	Peón ordinario construcción.	18,18	2,80	
mo112	0,110	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,20	0,61	
			Suma la partida			20,80
			Costes indirectos		6,00%	1,25
			TOTAL PARTIDA			**22,05**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

04.03.04		**m**	**Bordillo - tipo recto 15x25cm C5**			
			Suministro y colocación de bordillo recto de hormigón, monocapa, sección 15×25 cm, clase C5, con clase climática B (absorción = 6 %), clase resistente a la abrasión H (huella = 23 mm) y clase resistente a flexión S (R = 3,5 N/mm²), conforme a UNE-EN 1340 y UNE 127340. Colocado sobre base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo. Rejuntado (junta = 5 mm) con mortero M-5 industrial. Incluye p.p. de topes/contrafuertes al dorso y lado calzada, alineación, nivelación, replanteo, cortes y piezas espe-			
mt18jbg010aa5	2,100	u	Bordillo - tipo recto 15x25cm C5	2,50	5,25	
HM15OP	0,040	m3	Hormigón HM-20	114,80	4,59	
mt09mif010ca	0,005	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	0,75	
mo018	0,300	h	Oficial 1ª	22,18	6,65	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	23,20	0,70	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida			23,90
			Costes indirectos		6,00%	1,43
			TOTAL PARTIDA			**25,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.05 **m** **Bordillo tipo jardinera, enrasado con el pavimento 20x8**

Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón tipo jardinera, de 20×8 cm de sección, enrasado con el pavimento de adoquín adyacente, para delimitación de zonas ajardinadas o isletas. Las piezas serán de resistencia característica = 35 MPa, absorción = 6 %, y acabado liso o biselado superior, conforme a la norma UNE-EN 1340. La colocación se realizará sobre cama de mortero M-5 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada y alineada, con relleno lateral de mortero o arena estabilizada según la unión con el pavimento contiguo. El bordillo se dispondrá enrasado con el pavimento adoquinado, garantizando la continuidad superficial sin resaltes y respetando las pendientes de drenaje del proyecto. Incluye el suministro, corte y ajuste de piezas, nivelación, rejuntado de juntas (= 5 mm), compactación de rellenos laterales, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

mt18jbg010aa6	2,000	u	Bordillo tipo jardinera, 20x8	2,50	5,00	
ARENAEM	0,003	kg	Arena-cemento para relleno	15,00	0,05	
mt09mif010ca	0,020	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	2,99	
mt08aaa010a	0,500	m³	Agua.	1,40	0,70	
MT18BHI010AA_	0,200	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	3,10	
mo018	0,200	h	Oficial 1ª	22,18	4,44	
mo019	0,200	h	Oficial 2ª	19,88	3,98	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,30	0,61	
			Suma la partida			20,87
			Costes indirectos		6,00%	1,25
			TOTAL PARTIDA			**22,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

04.03.06 **m²** **Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris**

Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.

LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,250	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	2,32	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
AFVAEGV12	1,000	m²	Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris	30,00	30,00	
			Suma la partida			67,58
			Costes indirectos		6,00%	4,05
			TOTAL PARTIDA			**71,63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.07 **m²** **Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color rojo**

Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color rojo, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, formada por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido y totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamen-			
LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,250	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	2,32	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
AFVAEGV1DSDB	1,000	m²	Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color roja	23,00	23,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	60,60	1,82	
			Suma la partida			62,40
			Costes indirectos		6,00%	3,74
			TOTAL PARTIDA			**66,14**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

04.03.08 **m²** **Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco**

Suministro y colocación de pavimento cerámico acanalado direccional, de 30×30×1,5 cm, color blanco, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá como franja de guiado longitudinal para orientación de personas con discapacidad visual, en recorridos accesibles de andenes, pasos o zonas de tránsito, garantizando la alineación continua de las acanaladuras y su correcta orientación en el sentido de la marcha. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las baldosas se recibirán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con juntas selladas con mortero hidráulico, asegurando la continuidad funcional y estética del pavimento. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado, fun-

LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,200	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	1,86	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
AFVAEGV1DGWG	1,000	m²	Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco	23,00	23,00	
			Suma la partida			60,12
			Costes indirectos		6,00%	3,61
			TOTAL PARTIDA			**63,73**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.09 **m²** **Baldosa antideslizante 40x40 cm color gris**

Ejecución de pavimento de losas prefabricadas de hormigón de 40×40×5 cm, color gris natural, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y selladas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor, nivelado y regleado. Debajo del mortero se dispondrá lámina impermeabilizante bicapa de betún modificado SBS, adherida al soporte de hormigón del andén mediante imprimación bituminosa previa, con solapes mínimos de 8 cm y refuerzos en encuentros. Incluye el suministro de materiales, preparación y limpieza del soporte, imprimación, colocación de la impermeabilización, formación de capa de mortero, colocación, ajuste y rejuntado de las losas, limpieza final, control de calidad y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución. Conforme a lo establecido en el PG-3 (artículos 542 y 691), y a las normas UNE-EN 1339 (losas de hormigón para pavimentación) y UNE-EN 13707 (láminas bitumi-

AFVAEGV1	1,000	m²	Baldosa prefabricada hormigón 40×40×5 cm, rugosa antideslizante	15,70	15,70	
mt09mif010cC	0,032	m³	Mortero M-40	130,00	4,16	
LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,250	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	2,32	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	57,40	1,72	
			Suma la partida			59,16
			Costes indirectos		6,00%	3,55
			TOTAL PARTIDA			**62,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
04.03.010		**m²**	**Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm**			
			Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color gris, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE			
LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,250	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	2,32	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
AFVAEGV1DSDB	1,000	m²	Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color roja	23,00	23,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	60,60	1,82	
			Suma la partida			62,40
			Costes indirectos		6,00%	3,74
			TOTAL PARTIDA			**66,14**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

04.03.11		**m²**	**Baldosacon acanaladuras 60x40 cm color gris**			
			Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la			
LAMIMP	1,050	m²	Lámina impermebilizante SBS bicapa adherida	7,94	8,34	
mt28mcm070k1	0,250	l	Imprimación bituminosa para soporte	9,28	2,32	
MT18BHI010AA_	0,500	kg	Lechada de cemento gris para rejuntado	15,50	7,75	
mo018	0,350	h	Oficial 1ª	22,18	7,76	
mo019	0,300	h	Oficial 2ª	19,88	5,96	
mo112	0,300	h	Peón especializado construcción.	18,18	5,45	
AFVAEGV12	1,000	m²	Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris	30,00	30,00	
			Suma la partida			67,58
			Costes indirectos		6,00%	4,05
			TOTAL PARTIDA			**71,63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

DDHDJHT		**m²**	**Pavimento asfáltico para tráfico pesado T2 incluso base**			
			Formación de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada tipo E1, compuesto por: capa granular de 40 cm de espesor de zahorra artificial ZA-25, con coeficiente de Los Ángeles = 30, adecuada para tráfico T2; riego de imprimación mediante aplicación de emulsión bituminosa tipo ECI; capa base de 15 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 30, filler calizo y betún asfáltico B 60/70; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa intermedia de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 BIM D, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 40/50; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B, según UNE-EN 13108-2, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 60/70. Ejecutado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» (Orden Circular 6/2022 del			
mq01mot010b	0,009	h	Motoniveladora de 154 kW.	74,71	0,67	
mq02cia020j	0,008	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,40	
mq02rov010i	0,009	h	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, d	62,20	0,56	
mq01pan010a	0,016	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	54,25	0,87	
mq02cia020f	0,006	h	Camión cisterna equipado para riego, de 8 m³ de capacidad.	41,93	0,25	
mq11bar010	0,006	h	Barredora remolcada con motor auxiliar.	12,28	0,07	
mq04deq010	1,007	u	Desplazamiento de maquinaria de fabricación de mezcla bituminosa	1,03	1,04	
mq11ext030	0,016	h	Extendedora asfáltica de cadenas, de 81 kW.	82,00	1,31	
mq11com010	0,016	h	Compactador de neumáticos autopropulsado, de 12/22 t.	60,00	0,96	
mo018	0,030	h	Oficial 1ª	22,18	0,67	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mo059	0,030	h	Ayudante	19,32	0,58	
mo112	0,030	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,55	
mt01zah020s	0,880	Tn	Zahorra artificial ZA25, coeficiente de Los Ángeles <30, adecuad	10,40	9,15	
mt14ebc010g	1,000	kg	Emulsión bituminosa, tipo ECI, a base de betún asfáltico, según	0,26	0,26	
mt14ebc010a	2,000	kg	Emulsión bituminosa, tipo ECR-1, a base de betún asfáltico, segú	0,28	0,56	
SGVWBB	0,210	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente AC32 BASE S	95,00	19,95	
SGVWBBDR	0,140	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente AC22 BIN D	97,00	13,58	
SGVWBBDR1	0,042	Tn	Mezcla bituminosa continua en caliente BBTM 11 B	99,00	4,16	
			Suma la partida.....			55,59
			Costes indirectos		6,00%	3,34
			TOTAL PARTIDA.....			**58,93**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 05 INSTALACIONES

SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO

05.01.01		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
			Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los			
mq01exn020b	0,383	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	20,82	
mo113	0,229	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,16	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	25,00	0,75	
			Suma la partida			25,73
			Costes indirectos	6,00%		1,54
			TOTAL PARTIDA			**27,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.01.02		**m³**	**Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**			
			Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie			
mt01var010	1,100	m	Cinta plastificada.	0,14	0,15	
mt01agr010e	2,100	t	Gravilla 4, de 20 a 30 mm de diámetro.	8,86	18,61	
mq04dua020b	0,101	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	1,52	
mq02rod010d	0,151	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	1,31	
mq02cia020j	0,010	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,50	
mo113	0,221	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,02	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	26,10	0,78	
			Suma la partida			26,89
			Costes indirectos	6,00%		1,61
			TOTAL PARTIDA			**28,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.01.03		**m³**	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
			Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Mo-			
MQ00CMBA012	0,010	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	0,43	
MQ00PCME001	0,050	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	2,69	
mq02rod010d	0,050	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	0,43	
mq02cia020j	0,150	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	7,50	
TRRSLC	1,000	m3	Suelo seleccionado	6,73	6,73	
mo018	0,120	h	Oficial 1ª	22,18	2,66	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,10	0,72	
			Suma la partida			24,80
			Costes indirectos	6,00%		1,49
			TOTAL PARTIDA			**26,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.01.04		**ud**	**Conexion y acometida agua potable**			
			Ejecución de nueva acometida de agua potable del edificio de complementario, con conexión a la red principal existente, incluyendo la realización de la conexión a la conducción general de abastecimiento, colocación de válvula de corte de bola Ø63 mm, contador general homologado, y todos los accesorios de unión, compresión y estanqueidad necesarios. Comprende asimismo la ejecución de arqueta de ladrillo macizo, con dimensiones interiores mínimas 0,38×0,38 m, enfoscada y pintada, provista de tapa y marco de acero inoxidable AISI 316L homologados, relleno y fijación al pavimento, y chapa identificativa en acero inoxidable para localización de válvula y contador. Incluye las demoliciones necesarias, restitución del pavimento afectado, remates, raseados, enlucidos, pruebas de estanqueidad y limpieza final, dejando la acometida completamente terminada, en servicio y conforme a las normas de la empresa de abastecimiento.			
BN38-0XBG	1,000	u	Válvula bola manual+rosca,2piezas,paso tot.,latón,DN=1"1/4,PN=25	14,61	14,61	
mo018	1,000	h	Oficial 1ª	22,18	22,18	
mo087	1,000	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	19,32	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P2146-DJ3U	0,250	m2	Demolición de pavimento,ehasta 10cm,anch.hasta 0,6m,com	10,95	2,74	
U2005Me	1,000	ud	Collarin de toma PE SDR 11 hasta 16 Bar en carga para canalizac	69,00	69,00	
SVBWBW	1,000	ud	Restitución de pavimento	750,00	750,00	
WVWEFVWW	1,000	ud	Contador	500,00	500,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	1.377,90	41,34	
			Suma la partida			1.419,19
			Costes indirectos		6,00%	85,15
			TOTAL PARTIDA			**1.504,34**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS CUATRO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.01.05 **ud** **Arqueta de registro de 40x40**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado

CAMBASC	0,250	h	Camión basculante	55,00	13,75	
COMP2MART	0,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	5,09	
MORTM5	0,150	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	22,43	
LADH6	216,000	ud	Ladrillo H6	0,90	194,40	
MCTAP40	1,000	ud	Marco y tapa arqueta 40x40 acero galvanizado	65,00	65,00	
mo018	1,500	h	Oficial 1ª	22,18	33,27	
mo113	2,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	36,36	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	370,30	11,11	
			Suma la partida			381,41
			Costes indirectos		6,00%	22,88
			TOTAL PARTIDA			**404,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.01.06 **m** **Tuberia PE Ø63mm**

Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro

EFWGW	1,000		Tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas de color a	8,00	8,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	8,00	0,24	
			Suma la partida			8,24
			Costes indirectos		6,00%	0,49
			TOTAL PARTIDA			**8,73**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO

05.02.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los

mq01exn020b	0,383	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	20,82	
mo113	0,229	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,16	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	25,00	0,75	
			Suma la partida			25,73
			Costes indirectos		6,00%	1,54
			TOTAL PARTIDA			**27,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.02.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie

mt01var010	1,100	m	Cinta plastificada.	0,14	0,15	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mt01agr010e	2,100	t	Gravilla 4, de 20 a 30 mm de diámetro.	8,86	18,61	
mq04dua020b	0,101	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	1,52	
mq02rod010d	0,151	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	1,31	
mq02cia020j	0,010	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,50	
mo113	0,221	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,02	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	26,10	0,78	
			Suma la partida			26,89
			Costes indirectos		6,00%	1,61
			TOTAL PARTIDA			**28,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.02.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Mo-

MQ00CMBA012	0,010	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	0,43	
MQ00PCME001	0,050	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	2,69	
mq02rod010d	0,050	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	0,43	
mq02cia020j	0,150	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	7,50	
TRRSLC	1,000	m3	Suelo seleccionado	6,73	6,73	
mo018	0,120	h	Oficial 1ª	22,18	2,66	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,10	0,72	
			Suma la partida			24,80
			Costes indirectos		6,00%	1,49
			TOTAL PARTIDA			**26,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.02.04 **ml** **Colector hormigón armado Ø400mm**

Suministro y colocación de tubería de hormigón armado DN 400 mm para saneamiento sin presión, fabricada con cemento SR (resistente a sulfatos) y clase 90, con marcado CE conforme a UNE-EN 1916 y UNE 127917.Unión macho-hembra con junta elastomérica de caucho estanco (EPDM o NBR) según UNE-EN 681-1, garantizando la estanqueidad de la conducción. Incluye transporte, manipulación, alineación, nivelación, montaje y unión de tubos en zanja, así como la colocación de piezas especiales (manguitos, reducciones y derivaciones), limpieza interior, taponado de extremos durante el montaje y pruebas de estanqueidad conforme a UNE-EN 1610.No incluye excavación, cama de asiento ni rellenos, que se miden en partidas independientes. Tubería apta para instalación en terrenos con agresividad química (presencia de sulfatos). Totalmente instalado y probado.

mo113	0,123	h	Peón ordinario construcción.	18,18	2,24	
mq04cag010c	0,100	h	Camión con grúa de hasta 12 t.	58,44	5,84	
mo018	0,250	h	Oficial 1ª	22,18	5,55	
ELAUX400	0,050	ud	Elementos auxiliares	1,00	0,05	
ERGGER	1,000		Colector hormigón armado Ø400mm 90Kn/m2 unión elactica	84,00	84,00	
SVWEV	1,000		Juntas elactoméricas	8,00	8,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	105,70	3,17	
			Suma la partida			108,85
			Costes indirectos		6,00%	6,53
			TOTAL PARTIDA			**115,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO QUINCE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

05.02.05 **m** **Tubería PVC corrugado Ø200mm**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas

mt11tpb030d	1,050	m	Tubo de PVC 200 d, enterrado sin presión, serie	17,00	17,85	
mt11var009	0,012	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	14,75	0,18	
mt11var010	0,006	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,48	0,13	
mt10hmf010tLb	0,250	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	34,50	
mq01ret020b	0,036	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	54,25	1,95	
mo041	0,193	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,28	
mo087	0,093	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	1,80	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	60,70	1,82	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			62,51
			Costes indirectos		6,00%	3,75
			TOTAL PARTIDA.....			**66,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

05.02.06		**m**	**Tubería PVC corrugado Ø110mm**			
			Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 110 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas			
mt11tpb030a	1,050	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie	3,88	4,07	
mt11var009	0,008	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	14,75	0,12	
mt11var010	0,004	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,48	0,09	
mt10hmf010tLb	0,220	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	30,36	
mq01ret020b	0,028	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	54,25	1,52	
mo041	0,173	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	3,84	
mo087	0,083	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	1,60	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	41,60	1,25	
			Suma la partida.....			42,85
			Costes indirectos		6,00%	2,57
			TOTAL PARTIDA.....			**45,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

05.02.07		**ud**	**Pozo de registro de ladrillo de 1 m de diámetro y 1,6 m de profu**			
HA30B20XC2	1,141	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	177,62	
mt07ame010n	2,250	m²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN	6,49	14,60	
mt04lgb010a	537,000	u	Ladrillo cerámico hueco doble Castellano H6, para revestir, 24x1	0,42	225,54	
mt08aaa010a	0,180	m³	Agua.	1,40	0,25	
mt09mif010ca	0,808	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	120,80	
mt09mif010la	0,189	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con	130,00	24,57	
mt46tpr010q	1,000	u	Tapa con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fund	171,64	171,64	
mt46phm050	4,000	u	Pate de polipropileno conformado en U, para pozo, de 330x160 mm,	5,34	21,36	
mo041	10,456	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	231,91	
mo087	8,226	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	158,93	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	1.147,20	34,42	
			Suma la partida.....			1.181,64
			Costes indirectos		6,00%	70,90
			TOTAL PARTIDA.....			**1.252,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES

05.03.01		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
			Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los			
mq01exn020b	0,383	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	20,82	
mo113	0,229	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,16	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	25,00	0,75	
			Suma la partida.....			25,73
			Costes indirectos		6,00%	1,54
			TOTAL PARTIDA.....			**27,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.03.02		**m³**	**Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**
			Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie			
mt01var010	1,100	m	Cinta plastificada.	0,14	0,15	
mt01agr010e	2,100	t	Gravilla 4, de 20 a 30 mm de diámetro.	8,86	18,61	
mq04dua020b	0,101	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	1,52	
mq02rod010d	0,151	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	1,31	
mq02cia020j	0,010	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,50	
mo113	0,221	h	Peón ordinario construcción.	18,18	4,02	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	26,10	0,78	
			Suma la partida			26,89
			Costes indirectos	6,00%		1,61
			TOTAL PARTIDA			**28,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.03.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

MQ00CMBA012	0,010	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	0,43	
MQ00PCME001	0,050	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	2,69	
mq02rod010d	0,050	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	0,43	
mq02cia020j	0,150	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	7,50	
TRRSLC	1,000	m3	Suelo seleccionado	6,73	6,73	
mo018	0,120	h	Oficial 1ª	22,18	2,66	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,10	0,72	
			Suma la partida			24,80
			Costes indirectos	6,00%		1,49
			TOTAL PARTIDA			**26,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.03.04 **ml** **Colector PVC corrugada Ø200mm**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas

mt11tpb030d	1,050	m	Tubo de PVC 200 d, enterrado sin presión, serie	17,00	17,85	
mt11var009	0,012	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	14,75	0,18	
mt11var010	0,006	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,48	0,13	
mt10hmf010tLb	0,250	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	34,50	
mq01ret020b	0,036	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	54,25	1,95	
mo041	0,193	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,28	
mo087	0,093	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	1,80	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	60,70	1,82	
			Suma la partida			62,51
			Costes indirectos	6,00%		3,75
			TOTAL PARTIDA			**66,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

05.03.05 **ml** **Colector PVC corrugada Ø315mm**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas

mt11var009	0,012	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	14,75	0,18	
mt11var010	0,006	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,48	0,13	
mq01ret020b	0,036	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	54,25	1,95	
mo041	0,193	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,28	
mo087	0,093	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	1,80	
QFQFQ	1,050		Tubo de PVC 315mm	62,00	65,10	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	73,40	2,20	
			Suma la partida			75,64

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos	6,00%		4,54
			TOTAL PARTIDA.....			**80,18**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

05.03.06 **ml** **Colector PVC corrugado drenante Ø600mm**

Suministro y colocación de tubería de PVC corrugado perforado DN 600 mm, doble pared, interior liso y exterior corrugado, clase SN8, con marcado CE según UNE-EN 13476-3, unida mediante manguito y junta elastomérica EPDM según UNE-EN 681-1. Incluye transporte, manipulación, alineación, unión y montaje en zanja, y limpieza interior. Totalmente instalado y operativo.

EGEGR	1,000		Tubería PVC corrugado perforado 600mm	135,00	135,00	
WFGWEFG	0,250		Junta y manguito de unión	5,00	1,25	
mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo112	0,150	h	Peón especializado construcción.	18,18	2,73	
CAMGRRUA6T	0,050	h	Camión grúa 6 t	49,36	2,47	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	143,70	4,31	
			Suma la partida.....			147,98
			Costes indirectos		6,00%	8,88
			TOTAL PARTIDA.....			**156,86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

05.03.07 **ud** **Imbornal prefabricado de hormigón, de 50x30x60 cm.**

Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 50x30x60 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con ma-

mt11arh011a	1,000	u	Imbornal con fondo y salida frontal, registrable, prefabricada d	44,17	44,17	
mt11rej010a	1,000	u	Marco y rejilla de fundición dúctil, clase C-250 según UNE-EN 12	41,12	41,12	
mt10hmf010tLb	0,048	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	6,62	
mt01agr010e	0,529	t	Gravilla 4, de 20 a 30 mm de diámetro.	8,86	4,69	
mo041	0,509	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	11,29	
mo087	0,509	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	9,83	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	117,70	3,53	
			Suma la partida.....			121,25
			Costes indirectos		6,00%	7,28
			TOTAL PARTIDA.....			**128,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

05.03.08 **ud** **Pozo de registro pluviales**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, hasta 1,6 de profundidad útil, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral,

HA30B20XC2	1,141	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	177,62	
mt07ame010n	2,250	m²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN	6,49	14,60	
mt04lgb010a	537,000	u	Ladrillo cerámico hueco doble Castellano H6, para revestir, 24x1	0,42	225,54	
mt08aaa010a	0,180	m³	Agua.	1,40	0,25	
mt09mif010ca	0,808	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	120,80	
mt09mif010la	0,189	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con	130,00	24,57	
mt46tpr010q	1,000	u	Tapa con bloqueo mediante tres pestañas y marco de fund	171,64	171,64	
mt46phm050	4,000	u	Pate de polipropileno conformado en U, para pozo, de 330x160 mm,	5,34	21,36	
mo041	8,000	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	177,44	
mo087	8,000	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	154,56	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	1.088,40	32,65	
			Suma la partida.....			1.121,03
			Costes indirectos		6,00%	67,26
			TOTAL PARTIDA.....			**1.188,29**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.03.09		**m³**	**Relleno/colmatación de balsa con RCD inertes limpios valorizados**			
C13C-00LP	0,060	h	Retroexcavadora s/neumáticos 8 a 10t	52,25	3,14	
CAMBASC	0,030	h	Camión basculante	55,00	1,65	
MQ00COVI001	0,050	H	Compactador vibratorio autopropulsado, 98 KW, 12 Tn	36,00	1,80	
mo041	0,050	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	1,11	
mo087	0,050	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	0,97	
ASFAFAWF	2,000	t	Arido reciclado mixto de hormigón y ceramico	6,50	13,00	
			Suma la partida			21,67
			Costes indirectos		6,00%	1,30
			TOTAL PARTIDA			**22,97**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA

APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA TENSIÓN

SDVVS		**PA**	**Paso de vias**			
			Ejecución del paso de instalaciones por debajo de la vías, incluye excavación de zanja, colocación de 6 tubos de 200mm, la intalación de la tubería debajo de la infraestructura ferroviaria existente y el posterior relleno de hormi-			
WEFWEFWEF	1,000	ud	Paso de vias	4.000,00	4.000,00	
			Suma la partida			4.000,00
			Costes indirectos		6,00%	240,00
			TOTAL PARTIDA			**4.240,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS

EFEEFWEF12		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
			Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retira-			
mq01exn020b	0,300	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	16,31	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida			21,37
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA			**22,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

WFWFE		**m³**	**Hormigón HM-20, para protección de conducciones**			
			Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sec-			
MO03	0,200	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	4,44	
MO06	0,500	H	Peón especializado.	18,75	9,38	
MQ00CMBA012	0,500	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	21,50	
mt10hmf010tLb	1,000	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	138,00	
			Suma la partida			173,32
			Costes indirectos		6,00%	10,40
			TOTAL PARTIDA			**183,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SVSDVBBSB122		**m³**	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
			Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Mo-			
MQ00CMBA012	0,010	H	Camión basculante de 12 Tn	43,00	0,43	
MQ00PCME001	0,050	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3	53,71	2,69	
mq02rod010d	0,050	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo	8,65	0,43	
mq02cia020j	0,150	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	7,50	
TRRSLC	1,000	m3	Suelo seleccionado	6,73	6,73	
mo018	0,120	h	Oficial 1ª	22,18	2,66	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,10	0,72	
			Suma la partida			24,80
			Costes indirectos	6,00%		1,49
			TOTAL PARTIDA			**26,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

EFGWEGWE114		**ud**	**Arqueta prefabricada tipo A1**			
			Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y an-			
SBNDFN	1,000	ud	Arqueta A1	110,00	110,00	
EDBBNERBN	1,000	ud	Tapa D400	89,98	89,98	
MO03	1,000	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	22,18	
MO06	3,000	H	Peón especializado.	18,75	56,25	
mt10hmf010tLb	0,063	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	8,69	
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	287,10	8,61	
			Suma la partida			295,71
			Costes indirectos	6,00%		17,74
			TOTAL PARTIDA			**313,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS

SFM030102		**ud**	**Cuadro inst. FV aparcamiento**			
			Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 k. - 1 Ud. Int. Aut. IV/400 A regulado a 380A de la marca Schneider modelo ComPact NSX400N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX160N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/40 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/25 A de la marca Schneider Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de seccio-			
NSX630N	1,000	u	Interruptor automático 630A	7.230,00	7.230,00	
NSX160N	1,000	u	Interruptor automático 160A	1.750,00	1.750,00	
INT25	1,000	u	Interruptor de 25 A IV	80,00	80,00	
ENV1	1,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	560,00	
MOOF1EL	12,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	266,16	
MOOF2EL	12,000	h	Peon electricista	18,18	218,16	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	10.104,30	303,13	
			Suma la partida			10.407,45
			Costes indirectos	6,00%		624,45
			TOTAL PARTIDA			**11.031,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL TREINTA Y UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SFM030103		**ud**	**Cuadro inst. FV planta**			
			Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.			
			- 1 Ud. Int. Aut. IV/1000A IV MAster Pack MTZ1 Tipo H1 4 polos - 1 Ud. Int. Aut. IV/630 A regulado a 350A de la marca Schneider modelo ComPact NSX630N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 3 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX250N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E			
			Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.			
NSX1000N	1,000	u	Interruptor automático 1.000A	12.340,00	12.340,00	
NSX630N	1,000	u	Interruptor automático 630A	7.230,00	7.230,00	
NSX250N	3,000	u	Interruptor automático 250A	2.500,00	7.500,00	
NSX160N	1,000	u	Interruptor automático 160A	1.750,00	1.750,00	
ENV1	1,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	560,00	
MOOF1EL	16,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	354,88	
MOOF2EL	16,000	h	Peon electricista	18,18	290,88	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	30.025,80	900,77	
			Suma la partida			30.926,53
			Costes indirectos		6,00%	1.855,59
			TOTAL PARTIDA			**32.782,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

SFM030104		**ud**	**Cuadro Servicios Estación**			
			Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.			
			- 1 Ud. Int. Aut. IV/100A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/63 A 10kA Cafetería - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A 10kA Cargador vehículo eléctrico - 1 Ud. Int. Aut. IV/32 A 10kA Alumbrados de estación - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II			
			Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de sec-			
TYDIF	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	1.200,00	1.200,00	
ENV1	1,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	560,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	2.082,90	62,49	
			Suma la partida			2.145,37
			Costes indirectos		6,00%	128,72
			TOTAL PARTIDA			**2.274,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

SFM030105		**ud**	**Cuadro Recarga de vehículos eléctricos**			
			Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.			
			- 1 Ud. Int. Aut. IV/63A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/40A 10kA Cargador - 1 Ud. interruptor automatico diferencial 4/40A/300mA - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II			
			Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de sec-			
TYDIF2	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	900,00	900,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ENV1	1,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	560,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.782,90	53,49	
			Suma la partida.....			1.836,37
			Costes indirectos		6,00%	110,18
			TOTAL PARTIDA.....			**1.946,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SFM030106 **ud** **Cuadro de alumbrado de la estación**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfileria DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/25A IV General
- 5 Ud. Int. Aut. IV/10 A 10kA L01, L02, L03. Anden 01 y Anden 02
- 5 Ud. interruptor automatico diferencial 4/25A/30mA
- 7 Ud. interruptor automatico diferencial 2/25A/30mA
- 1 Ud. interruptor automatico diferencial 2/40A/30mA
- 7 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (alumbrados)
- 1 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (Tomas sala)
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de sec-

TYDIF3	1,000	u	Térmicos y diferenciales s/cuadro	750,00	750,00	
ENV1	1,000	u	Envolvente para cuadro	560,00	560,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.632,90	48,99	
			Suma la partida.....			1.681,87
			Costes indirectos		6,00%	100,91
			TOTAL PARTIDA.....			**1.782,78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS

CAB240BT **m** **Línea de 4x240mm2 RZ1(S) Al 0.6/1kV, bajo tubo corrugado D.200m**

Suministro e instalación de red de BT, terna de cable XZ1 Al 0.6/1kV 4x1x240mm2, para instalación entubada, in-

1690120NGP	4,000	km	GENERAL CABLE HARMOHNY XZ1 Al (S) 0,6/1kV 1x240mm²	9,26	37,04	
MOOF1EL	0,060	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,33	
MOOF2EL	0,060	h	Peon electricista	18,18	1,09	
TUBC200	1,000	m	Tubo corrugado 200canalización eléctrica ULTRATP-I rojo barra 6m	7,50	7,50	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	47,00	1,41	
			Suma la partida.....			48,37
			Costes indirectos		6,00%	2,90
			TOTAL PARTIDA.....			**51,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

LGA50 **m** **Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**

Suministro e instalación de línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m

1992114VDP	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV	23,47	93,88	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
AISDRN110	1,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø110MM	5,12	5,12	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	101,00	3,03	
			Suma la partida.....			104,05
			Costes indirectos		6,00%	6,24

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**110,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIEZ EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

1F5X25		**m**	**Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex			
CAB1992112VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X25MM²	11,76	58,80	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	60,00	1,80	
			Suma la partida			61,82
			Costes indirectos		6,00%	3,71
			TOTAL PARTIDA			**65,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

1F5X35		**m**	**Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.			
CAB1992113VDP	4,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X35MM²	10,45	41,80	
AISDRL63	1,000	m	TUBO AISCAN DRL DB. PARED ROLLO Ý63mm	2,10	2,10	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	45,10	1,35	
			Suma la partida			46,47
			Costes indirectos		6,00%	2,79
			TOTAL PARTIDA			**49,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

1F5X10		**m**	**Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex			
CAB1992110VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X10MM²	5,35	26,75	
AISCR40	1,000	m	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø40MM	1,58	1,58	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	29,60	0,89	
			Suma la partida			30,44
			Costes indirectos		6,00%	1,83
			TOTAL PARTIDA			**32,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

LGA150		**m**	**Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**			
			Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.			
1992118VDP	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu(AS) 0.6/1kV	24,00	96,00	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
TUBC200	1,000	m	Tubo corrugado 200canalización eléctrica ULTRATP-I rojo barra 6m	7,50	7,50	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	105,50	3,17	
			Suma la partida			108,69
			Costes indirectos		6,00%	6,52
			TOTAL PARTIDA			**115,21**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO QUINCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-			
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones	250,00	250,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			250,00
			Costes indirectos		6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA.....			**265,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida.....			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA.....			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA TENSIÓN

1228.95		**m**	**Canalización media tensión**			
			Ejecución de zanja, profundidad de servicio ˜ 0,80–1,00 m y ancho de fondo 0,50 m (ajustable según nº de conductos), en terreno natural, con cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos PEAD corrugado doble pared SN8 (Ø160 mm) en paralelo con guía pasacables, relleno lateral con arena, capa de protección superior 10 cm, cinta de señalización con traza metálica a 30 cm sobre los tubos y relleno/compactación del resto con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, achiques puntuales, manejo y alineación de conductos, ensamble con manguitos/juntas, compactación por tongadas y limpieza final.			
OF1A	0,150	h	Oficial de primera	22,18	3,33	
PEON	0,150	h	Peón	18,18	2,73	
RETRXVHIDRPQ	0,050	h	Retroexcavadora hidráulica pequeña con martillo	54,25	2,71	
BNDVIBR	0,240	h	Bandeja vibrante	8,25	1,98	
SGGGGH	0,050	m³	Cama de arena	18,00	0,90	
EWGGWEG	0,100	m³	Relleno lateral + protección superior con arena	18,00	1,80	
WGEGWG	0,300	m³	Relleno seleccionado y compactación	14,00	4,20	
DHHERH	2,000	m	Tubo PEAD corrugado SN8 Ø160 con guía	17,00	34,00	
WEGWGW	1,000	m	Cinta señalización traza metálica	0,60	0,60	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	52,30	1,57	
			Suma la partida.....			53,82
			Costes indirectos		6,00%	3,23
			TOTAL PARTIDA.....			**57,05**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

ARQ120X60		**ud**	**Pozos de registro**			
			Suministro y colocación de arqueta prefabricada de hormigón 80×80×80 cm con marco y tapa clase B125/C250 imbornales para tubos Ø160, solera de limpieza, cama de mortero y sellado de pasos con manguitos estancos. Incluye replanteo, excavación local, asiento, nivelación, conexiones a conductos, relleno/compactación perimetral y			
OF1A	1,000	h	Oficial de primera	22,18	22,18	
PEON	1,000	h	Peón	18,18	18,18	
mt10hmf010tLb	0,050	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	6,90	
MORTM5	0,050	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	7,48	
LAD20HORM	1,000	m2	Arqueta prefabricada	350,00	350,00	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	404,70	12,14	
			Suma la partida.....			416,88
			Costes indirectos		6,00%	25,01
			TOTAL PARTIDA.....			**441,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

DFBDFBFB		**PA**	**Recrecido arquetan andén**
			Adecuación de arqueta de media tensión situada bajo la futura ampliación del andén, consistente en la preparación y ejecución del registro para su integración en la nueva estructura, mediante recrecido de la arqueta hasta la cota

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			prevista del pavimento e instalación de los elementos necesarios para la ejecución de la arqueta hasta la cota de coronación del andén. Incluye el replanteo y protección de la línea de MT, apertura y limpieza del entorno, ejecución del recrecido con hormigón, colocación de pates homologados, sellado de pasos de conductos, drenaje de fondo si procede y ejecución del refuerzo perimetral de la arqueta con barras B500S Ø12 y hormigón HA-30. Comprende todos los materiales, medios auxiliares, herramientas y trabajos necesarios para dejar la arqueta de registro			
FEAFGEGF	1,000	ud	Adecuación de arqueta de media tensión	1.750,00	1.750,00	
			Suma la partida.....			1.750,00
			Costes indirectos		6,00%	105,00
			TOTAL PARTIDA.....			**1.855,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS

SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR

SFM 04 01 **ud** **Suministro e intalación Tansformador de potencia 630kVA**

Suministro e instalación de transformador trifásico de distribución, seco encapsulado de 630kVA, incluye desmontaje y retirada de transformador existente.
El transformador de 630kVA de distribución seco, de las siguiente caracteríticas:

Potencia asiganada	630kVA
Tensión asiganda primario	15.4kV
Tensión asignada secundaria (Ur)	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas de vacio Po	990 (W)
Pérdidas en carga Pk	6.350 (W)
Nivel de potencia acústica LwA	51 dB
Dimesiones	
Largo	1725mm
Ancho	820mm
Alto	1630mm
Peso total	1970 kg

El transformador deberá estar diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Cominisón Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier2) válidos para los mercados de la unión europea.

CT630KVA	1,000	u	Transformador potencia 630kVA	26.000,00	26.000,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	26.322,90	789,69	
			Suma la partida.....			27.112,57
			Costes indirectos		6,00%	1.626,75
			TOTAL PARTIDA.....			**28.739,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

CAB1992112VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X25MM²	11,76	58,80	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	60,00	1,80	
			Suma la partida.....			61,82
			Costes indirectos		6,00%	3,71
			TOTAL PARTIDA.....			**65,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

REEVHE **ud** **Poste de recarga ext. marca CIRCUTOR modelo URBAN T22-C2 Gen3**

Suministro e instalación de poste de recarga exterior de la marca CIRCUTOR modelo URBAN T 22-C2 Gen 3 o similar,con las siguientes características:

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			- Comunicación Ethernet/Wi Fi			
			- Tipo de salida: 400 Vca-32 A -22 kW			
			- Corriente de entrada 67 A			
			- Tipo de conector: Cable Tipo 2			
			- Tipo de red: Trifásica			
			- Modo de recarga: 3			
			- Nº de tomas: 2			
			- Proptección diferencial: tipo A.			
			Debera ir equipado con:			
			- Puertas antivandálicas para tomas Tipo 2			
			- Protección diferencial Tipo A con reconexión automática.			
			- Protector contra sobretensiones transitoria IEC 61643-1 Clase II.			
RVEH	1,000	u	Urban T22-C2 Gen 3	4.610,00	4.610,00	
MOOF1EL	1,200	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	26,62	
MOOF2EL	1,200	h	Peon electricista	18,18	21,82	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4.658,40	139,75	
			Suma la partida			4.798,19
			Costes indirectos		6,00%	287,89
			TOTAL PARTIDA			**5.086,08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones

			250,00
			6,00%
			15,00
			265,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha

			500,00
			6,00%
			30,00
			530,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

WFWFE		**m³**	**Hormigón HM-20, para protección de conducciones**
			Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sec-
MO03	0,200	H	Oficial 1ª obra pública.
MO06	0,500	H	Peón especializado.
MQ00CMBA012	0,500	H	Camión basculante de 12 Tn
mt10hmf010tLb	1,000	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.

			173,32
			6,00%
			10,40
			183,72

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

SVSDVBBSB122		**m³**	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**
			Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Mo-
MQ00CMBA012	0,010	H	Camión basculante de 12 Tn
MQ00PCME001	0,050	H	Pala cargadora sobre neumáticos mediana, 142 KW, 3,4 m3
mq02rod010d	0,050	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mq02cia020j	0,150	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	7,50	
TRRSLC	1,000	m3	Suelo seleccionado	6,73	6,73	
mo018	0,120	h	Oficial 1ª	22,18	2,66	
mo113	0,200	h	Peón ordinario construcción.	18,18	3,64	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,10	0,72	
			Suma la partida			24,80
			Costes indirectos		6,00%	1,49
			TOTAL PARTIDA			**26,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

EFEEFWEF12		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**
			Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retira-
mq01exn020b	0,300	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW. 54,36 16,31
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil. 22,18 4,44
%0300	3,000	%	Medios auxiliares 20,80 0,62
			Suma la partida 21,37
			Costes indirectos 6,00% 1,28
			TOTAL PARTIDA **22,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

REGERGHEH		**m**	**Canalización subterránea de protección del cableado VE**
			Canalización subterránea de protección del cableado de recarga de vehículos eléctricos formada por tubo protector
WERGWWG	1,000	m	Tubo curvable 90 250N 4,39 4,39
MO034	0,036	H	Oficial 1ª electricista. 22,18 0,80
MO06	0,022	H	Peón especializado. 18,75 0,41
			Suma la partida 5,60
			Costes indirectos 6,00% 0,34
			TOTAL PARTIDA **5,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

EFGWEGWE114		**ud**	**Arqueta prefabricada tipo A1**
			Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y an-
SBNDFN	1,000	ud	Arqueta A1 110,00 110,00
EDBBNERBN	1,000	ud	Tapa D400 89,98 89,98
MO03	1,000	H	Oficial 1ª obra pública. 22,18 22,18
MO06	3,000	H	Peón especializado. 18,75 56,25
mt10hmf010tLb	0,063	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central. 138,00 8,69
%003	3,000	%	Medios Auxiliares 287,10 8,61
			Suma la partida 295,71
			Costes indirectos 6,00% 17,74
			TOTAL PARTIDA **313,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones 250,00 250,00
			Suma la partida 250,00
			Costes indirectos 6,00% 15,00
			TOTAL PARTIDA **265,00**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO

APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO

EWEBERV		**m**	**Canalizaciones alumbrado**			
			Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, peque-			
SGGGGH	0,060	m³	Cama de arena	18,00	1,08	
WGEGWG	0,150	m³	Relleno seleccionado y compactación	14,00	2,10	
WGWGWG	2,000	m	Tubería PEAD corrugada 90	3,50	7,00	
mq01exn020b	0,100	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	5,44	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
			Suma la partida			20,06
			Costes indirectos		6,00%	1,20
			TOTAL PARTIDA			**21,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

SVSVSV		**ud**	**Arquetas 40x40 cm**			
			Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 40×40 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terre-			
COMP2MART	0,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	5,09	
MORTM5	0,100	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	14,95	
LADH6	70,000	ud	Ladrillo H6	0,90	63,00	
MCTAP40	1,000	ud	Marco y tapa arqueta 40x40 acero galvanizado	65,00	65,00	
mo018	3,000	h	Oficial 1ª	22,18	66,54	
mo113	2,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	36,36	
			Suma la partida			250,94
			Costes indirectos		6,00%	15,06
			TOTAL PARTIDA			**266,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS

ERGEGB		**ud**	**Arquetas 60x60 cm**			
			Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 60×60 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.			
COMP2MART	0,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	5,09	
MORTM5	0,150	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	22,43	
LADH6	70,000	ud	Ladrillo H6	0,90	63,00	
mo018	2,000	h	Oficial 1ª	22,18	44,36	
mo113	3,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	54,54	
MCTAP40EG	1,000	ud	Marco y tapa arqueta 60x60 acero galvanizado	70,00	70,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			259,42
			Costes indirectos		6,00%	15,57
			TOTAL PARTIDA.....			**274,99**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

WEVWEV		**ud**	**Basamento para columnas**			
			Ejecución de unidad de basamento de hormigón armado HA-30/B/20/XS1, de dimensiones 1.000 × 500 × 500 mm, destinado al apoyo de columna metálica. Incluye Mano de obra, medios auxiliares, seguridad, señalización tempo-			
mo020	2,000	h	Oficial 1ª construcción.	22,18	44,36	
mo059	1,000	h	Ayudante	19,32	19,32	
mt10haf010ctL	0,250	m³	Hormigón HA-25/B/20/XC2, fabricado en central.	144,45	36,11	
SDVBB	0,100	h	Camión bomba	115,00	11,50	
SBSB	18,000	kg	Acero B500S	1,74	31,32	
			Suma la partida.....			142,61
			Costes indirectos		6,00%	8,56
			TOTAL PARTIDA.....			**151,17**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

EFEEFWEF12		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
			Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semi-dura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retira-			
mq01exn020b	0,300	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	16,31	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida.....			21,37
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA.....			**22,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO

SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO CONTROL

GLL080201		**m**	**Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**			
			Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.			
1994109NGP	4,000	m	CABLE RETENAX FLAM F	0,70	2,80	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4,00	0,12	
			Suma la partida.....			4,14
			Costes indirectos		6,00%	0,25

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**4,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

GLL080203		**m**	**Conductor de Puesta a Tierra 35mm² de Cu desnudo**			
			Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, colocdo bajo cama de arena, conexionado.			
E2503035	1,000	Ml	Cable cobre 35 mm2.	1,15	1,15	
MO02	0,003	H	Capataz de obra.	26,93	0,08	
MO034	0,025	H	Oficial 1ª electricista.	22,18	0,55	
MO07	0,025	H	Peón suelto.	18,18	0,45	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	2,20	0,07	
			Suma la partida			2,30
			Costes indirectos		6,00%	0,14
			TOTAL PARTIDA			**2,44**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

GLL080204		**u**	**Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**			
			Toma de tierra con pica, brida conexion, cable y caja seccionadora.			
UNE2244	3,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	0,12	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
HIMCTS2595	1,000	u	CAJA DE TIERRA	51,44	51,44	
QUI1Y070044	1,000	u	PICA TIERRA PT-1.5 ESTANDAR	9,82	9,82	
QUI1Y072006	1,000	u	BRIDA BPT P/PICA DE TIERRA ESTANDAR	2,39	2,39	
CU1X35	0,909	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	48,27	
TRIT3510	2,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý35mm T-35-10	0,29	0,58	
AISBGE32	3,000	m	TUBO AISCAN B BLINDADO GRIS ENCH.Ø32MM	2,88	8,64	
UNE1251	3,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,24	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	141,70	4,25	
			Suma la partida			145,93
			Costes indirectos		6,00%	8,76
			TOTAL PARTIDA			**154,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

GLL080210		**m**	**Linea 2X2,5 mm+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Línea 2X2,5 mm +T.tierra, bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex, para enlace de caja de fusibles con luminaria.			
TUP2700202	1,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	0,52	
1992307VDP	1,000	m	CABLE RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3G2,5mm² Bobi	4,00	4,00	
MOOF1Y2EL	0,030	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	1,21	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	5,70	0,17	
			Suma la partida			5,90
			Costes indirectos		6,00%	0,35
			TOTAL PARTIDA			**6,25**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

GLL080211		**u**	**Caja de fusibles para alumbrado público IP13**			
			Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057			
1469	1,000	u	COFRED de 150x68x66 para entrada de 16 mm2	13,75	13,75	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	19,30	0,58	
			Suma la partida			19,88
			Costes indirectos		6,00%	1,19
			TOTAL PARTIDA			**21,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS

CONTT-COL		**u**	**Conexión de red tierra con soporte de luminaria**			
			Conexión de tierra a soporte de luminarias con cable aislado de 16mm².			
TUP2700502	1,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -50 FORRADO	2,21	2,21	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAB1656111	1,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1x16mm² 450/750V	9,23	9,23	
MOOF1Y2EL	0,030	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	1,21	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	12,70	0,38	
			Suma la partida			13,03
			Costes indirectos		6,00%	0,78
			TOTAL PARTIDA			**13,81**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS

AP-LL-02 **ud** **Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX10 FG**

Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 4.704 lm con una potencia de 36.0 W. Sobre columna de 6 metros Totalmente montada y funcio-

AP-LL-02-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

AP-LL-03 **ud** **Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG**

Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 4300 lm con una potencia de 32.0 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcio-

AP-LL-02-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

AP-LL-04 **ud** **Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX10 FG**

Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 3825 lm con una potencia de 28.5 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcio-

AP-LL-02-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
AP-LL-05		**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG**			
			Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 1.914 lm con una potencia de 14.6 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcio-			
AP-LL-01-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

AP-LL-06		**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX10 FG**			
			Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2975 lm con una potencia de 22.0 W. Sobre columna de 8 metros. Totalmente montada y funcio- nando.			
AP-LL-02-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM SRG10	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

AP-LL-07		**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED30-4S/730 PSD DX10 FG**			
			Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2550 lm con una potencia de 20.5 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcio-			
AP-LL-02-M	1,000	ud	Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 DW50 CM	422,00	422,00	
CCTEL13MTS	0,250	h	Camión cesta teléscopica 13 mts	32,00	8,00	
PEQUE	0,250	u	Pequeño material	1,25	0,31	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
MOOF2EL	0,250	h	Peon electricista	18,18	4,55	
MOMAQU	0,250	h	Maquinista o conductor	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	446,00	13,38	
			Suma la partida			459,34
			Costes indirectos		6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA			**486,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS

AP-CL-04 **ud** **Columna de 4.0, con un acoplamiento en punta**

Suministro y colocación de columna de 4.0m, con un acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno,

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de			
COL4 1 ACO	1,000	u	Columna de 4.0 marca PHILIPS (1 ACO)	615,00	615,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	780,70	23,42	
			Suma la partida			804,07
			Costes indirectos	6,00%		48,24
			TOTAL PARTIDA			**852,31**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

AP-CL-04-04		**ud**	**Columna de 4.0, con dos acoplamientos en punta**
			Suministro y colocación de columna de 4.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.		
COL4 2 ACO	1,000	u	Columna de 4.0 marca PHILIPS (2 ACO)	695,00	695,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	860,70	25,82	
			Suma la partida			886,47
			Costes indirectos	6,00%		53,19
			TOTAL PARTIDA			**939,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

AP-CL-06		**ud**	**Columna de 6.0, con un acoplamiento en punta**
			Suministro y colocación de columna de 6.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A60. E·-1ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tie-		
COL6.0 PALMA	1,000	u	Columna de 6.0 marca PHILIPS (1 ACO)	780,00	780,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	945,70	28,37	
			Suma la partida.....			974,02
			Costes indirectos		6,00%	58,44
			TOTAL PARTIDA.....			**1.032,46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TREINTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

AP-CL-08 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

COL8 1 ACO	1,000	u	Columna de 8.0 con acoplamiento en punta	900,00	900,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.065,70	31,97	
			Suma la partida.....			1.097,62
			Costes indirectos		6,00%	65,86
			TOTAL PARTIDA.....			**1.163,48**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

AP-CL-08-08 **ud** **Columna de 8.0, con doble acoplamiento en punta.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con doble acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la pun-

COL8Y ACO4	1,000	u	Columna de 8.0 con acoplamiento en punta y a 4.0m.	1.100,00	1.100,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.265,70	37,97	
			Suma la partida.....			1.303,62
			Costes indirectos		6,00%	78,22

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**1.381,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

AP-CL-08-04 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta y otro a 4.0m.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con un acoplamientos en punta y otro a 4.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

COL8Y ACO4	1,000	u	Columna de 8.0 con acoplamiento en punta y a 4.0m.	1.100,00	1.100,00	
GTELESCOP	0,250	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	8,00	
PORTES	1,000	u	Portes por unidad	47,00	47,00	
PE-MAT	1,500	u	Pequeño material	1,35	2,03	
MO02	0,013	H	Capataz de obra.	26,93	0,35	
MO03	1,500	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	33,27	
MO06	4,000	H	Peón especializado.	18,75	75,00	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.265,70	37,97	
			Suma la partida			1.303,62
			Costes indirectos		6,00%	78,22
			TOTAL PARTIDA			**1.381,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN

AP0401 **ud** **Drivers para lámparas LED modelo CITIDIM o similar**

Suministro y colocación de dirvers CITIDIM o similar para lámparas LED de las siguientes características:
Tensión de alimentación nominal: 220/240V
Tensión de entrada (rango de trabajo): 198/264V AC
Factor de potencia >0.98 (a plena carga)
Out put

Potencia	350mA-500mA-700mA 350mA:30W-90W 500mA:30W-90W 700mA: 30-90W	700mA-1000mA-1.400mA 700mA: 30W-82W 1.000mA: 33W-91W 1400mA: 30.8W-89.5W
Seleción de corriente	Mediante jumpers	
Eficiencia driver	>90% (a plena carga)	
Distorsión armónica	<10%	
Tc max	70ºC.	

CITIDIM	1,000	u	Driver para lámparas LED CITIDIM	59,00	59,00	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	64,60	1,94	
			Suma la partida			66,49
			Costes indirectos		6,00%	3,99
			TOTAL PARTIDA			**70,48**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

AP0402 **ud** **Sistema de control ,CITILUX GSM de ARELSA o similar**

Suministro e instalación en cuadros de terminal CITILUX de la marca ARELSA o similar.

CITILUX	1,000	u	Sistema de control CITILUX GSM	1.395,00	1.395,00	
MOOF1EL	1,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	22,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.417,20	42,52	
			Suma la partida			1.459,70

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN		PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos		6,00%		87,58
			TOTAL PARTIDA.....				**1.547,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y TRAMITACIONES

GLL080601 **Tramitación del Proyecto y boletines de instalador en la DGI**

Partida alzada a justificar de tramitación, incluyendo el pago de tasas, del Proyecto, boletines de instalación y OCA

				Sin descomposición			500,00
			Costes indirectos		6,00%		30,00
			TOTAL PARTIDA.....				**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

GLL080602 **Inspección por OCA de la instalación**

Partida alzada a justificar de inspección por parte de OCA, la OCA se realizará para cumplimiento del RBT y el cumplimiento del RD 1890/2008 de eficiencia energética incluyendo pago de la OCA hasta recogida de informe fa-

				Sin descomposición			500,00
			Costes indirectos		6,00%		30,00
			TOTAL PARTIDA.....				**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

GLL080610 **Redacción de planos " as built" según normativa de la cia.**

Redacción de planos " as built" según normativa de cia suministradora. Se hará entrega en formato *.dwg y forma-

				Sin descomposición			500,00
			Costes indirectos		6,00%		30,00
			TOTAL PARTIDA.....				**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS APARCAMIENTO

1H5X2.5 **m** **Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.

TUR53M32GR	1,000	m	TUBO REFORZADO PVC GRIS Ø 32 ENCHUF.	4,02	4,02	
UNE2244	2,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	0,08	
UNE1251	2,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,16	
MOOF1Y2EL	0,030	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	1,21	
CAB1992107VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1x2.5mm² 0.6/1kV	1,86	9,30	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	14,80	0,44	
			Suma la partida.....			15,21
			Costes indirectos		6,00%	0,91
			TOTAL PARTIDA.....			**16,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

ESC0307 **m** **Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**

Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450

TUB Ø90-R	1,000	m	TUBO ASICAN-DP NORMAL (DRN) 450 ROLLO Ø90MM	3,50	3,50	
MOOF2EL	0,010	h	Peon electricista	18,18	0,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,70	0,11	
			Suma la partida.....			3,79
			Costes indirectos		6,00%	0,23
			TOTAL PARTIDA.....			**4,02**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con DOS CÉNTIMOS

GLL080211 **u** **Caja de fusibles para alumbrado público IP13**

Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057

1469	1,000	u	COFRED de 150x68x66 para entrada de 16 mm2	13,75	13,75	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	19,30	0,58	
			Suma la partida			19,88
			Costes indirectos		6,00%	1,19
			TOTAL PARTIDA			**21,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS

1F3X6		**m**	**Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.			
AISCR25	1,000	m	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø25MM	0,73	0,73	
MOOF1EL	0,010	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,22	
MOOF2EL	0,010	h	Peon electricista	18,18	0,18	
1992309VDP	1,000	m	CABLE RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3G6mm² Bobina	3,60	3,60	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4,70	0,14	
			Suma la partida			4,87
			Costes indirectos		6,00%	0,29
			TOTAL PARTIDA			**5,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

LUMLEDPERG		**u**	**Luminaria estanca para pérgolas de aparcamiento**			
			Sumnistro e instalación de luminaria estanca de la marca PHILIPS modelo 911401837080 WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 CORE LINE 4000K o similar . Incluye equipo electrónico. Lúmenes disponibles 2500lm/4000K con un consumo de 20.5W. Eficiencia del sistema real hasta 105lm/W, CRI 80. Tensión de red			
WT120C G2	1,000	u	Luminaria estanca PHILIPS	100,00	100,00	
MOOF1EL	0,100	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	2,22	
MOOF2EL	0,100	h	Peon electricista	18,18	1,82	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	104,00	3,12	
			Suma la partida			107,16
			Costes indirectos		6,00%	6,43
			TOTAL PARTIDA			**113,59**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA ESTACIÓN

03.04		**m²**	**Refino y planeo de una excavación**			
			Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o			
SBWBW	0,009	h	motoniveladora	80,00	0,72	
MOMAQU	0,009	h	Maquinista o conductor	22,18	0,20	
			Suma la partida			0,92
			Costes indirectos		6,00%	0,06
			TOTAL PARTIDA			**0,98**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

XBX X		**m**	**Led lineal exterior IP67 4000K, 1730 lm/m , 24 V dc, 19'2 W/m**			
			Suministro e instalación de led lineal para exterior o interior, IP67 4000K, 1730 lm/m, 24V CRI 80 y 19,2 W/m, regulable modelo Moon 19,2 de Lluira o similar Inclye: - Perfil para empotrar en pladur ST57 - Tapa final blanca ST57 - Difusor mate 2102152 - Pletina - Material necesario para su correcta colocación - Parte proporcional de fuente de alimentación clase II			
TLED196W	1,000	m	Tira LED 19,6W 4000K IP67 24 VDC	30,77	30,77	
FALED	0,100	u	Fuente de alñimentación LED-Trafo Elec FAe 100W-24V	34,28	3,43	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ACCLED	1,000	u	Accesorios tira LED	1,70	1,70	
PERLED	1,000	m	perfil tecsoled aluminio P/NTS0410	4,40	4,40	
TLLED	2,000	m	Tecsoled tapa lateral	0,90	1,80	
MOOF1EL	0,010	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,22	
MOOF2EL	0,016	h	Peon electricista	18,18	0,29	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	42,60	1,28	
			Suma la partida			43,89
			Costes indirectos		6,00%	2,63
			TOTAL PARTIDA			**46,52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

LXF9150XLPW	1,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless	127,20	127,20	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	129,20	3,88	
			Suma la partida			133,10
			Costes indirectos		6,00%	7,99
			TOTAL PARTIDA			**141,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

GLL080211 **u** **Caja de fusibles para alumbrado público IP13**

Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057

1469	1,000	u	COFRED de 150x68x66 para entrada de 16 mm2	13,75	13,75	
MOOF1EL	0,250	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	5,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	19,30	0,58	
			Suma la partida			19,88
			Costes indirectos		6,00%	1,19
			TOTAL PARTIDA			**21,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS

ESC0307 **m** **Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**

Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450

TUB Ø90-R	1,000	m	TUBO ASICAN-DP NORMAL (DRN) 450 ROLLO Ø90MM	3,50	3,50	
MOOF2EL	0,010	h	Peon electricista	18,18	0,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,70	0,11	
			Suma la partida			3,79
			Costes indirectos		6,00%	0,23
			TOTAL PARTIDA			**4,02**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con DOS CÉNTIMOS

GLL080201 **m** **Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**

Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV.
Conductor:
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228
T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito.
Aislamiento
Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1
Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1
Cubierta interior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.
Armadura

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Fleje de acero			
			Cubierta exterior			
			Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.			
1994109NGP	4,000	m	CABLE RETENAX FLAM F	0,70	2,80	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4,00	0,12	
			Suma la partida			4,14
			Costes indirectos		6,00%	0,25
			TOTAL PARTIDA			**4,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

1H5X2.5		**m**	**Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.			
TUR53M32GR	1,000	m	TUBO REFORZADO PVC GRIS Ø 32 ENCHUF.	4,02	4,02	
UNE2244	2,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	0,08	
UNE1251	2,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,16	
MOOF1Y2EL	0,030	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	1,21	
CAB1992107VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1x2.5mm² 0.6/1kV	1,86	9,30	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	14,80	0,44	
			Suma la partida			15,21
			Costes indirectos		6,00%	0,91
			TOTAL PARTIDA			**16,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

DOC Y TRAMD		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la do-			
			cumentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-			
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones	250,00	250,00	
			Suma la partida			250,00
			Costes indirectos		6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA			**265,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES

05.06.01		**m**	**Canalización telecomunicaciones**			
			Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø110 mm (color/norma telecom), separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compacta-			
SGGGGH	0,050	m³	Cama de arena	18,00	0,90	
mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
WGEGWG	0,150	m³	Relleno seleccionado y compactación	14,00	2,10	
WEGWEGW	2,000	m	Tubo PEAD corrugado SN8 110	4,30	8,60	
SDVGSDV	0,500	ud	Separadores	2,40	1,20	
%030	3,000	%	Medios auxiliares	13,90	0,42	
			Suma la partida			14,33
			Costes indirectos		6,00%	0,86
			TOTAL PARTIDA			**15,19**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

05.06.03 **PA** **Sistema de telecomunicaciones y videovigilancia**

Suministro e instalación del conjunto de equipos de telecomunicaciones y videovigilancia para la estación de Petra, compuesto por los siguientes elementos:
- Interfono Panphone IP-SIP Emergencia SOS Full Duplex amarillo: 2 unidades
- Switch TpLink TL-SG3428XMP: 2 unidades
- Pantallas industriales de 55" para información al viajero: 5 unidades
- Cámaras de videovigilancia Hikvision DS-2CD2786G2HT-IZS: 17 unidades
- Cámara panorámica Hikvision DS-2CD63C5G1-IVS: 1 unidad
- Grabador Hikvision DS-7732NI-I4: 1 unidad
- Disco duro WD Purple WD42PURZ 4 TB: 4 unidades
- Soporte CCTV DS-1273ZJ-140-DM45: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-1275ZV-SUS: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-2280ZJ-SUS: 17 unidades

Incluye el suministro, instalación, conexionado, configuración básica y todas las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento de todos los equipos descritos, anclaje, cableado y accesorios, así como la puesta en servicio completa.

BVEB	1,000	ud	Suministro Telecomunicaciones y vigilancia	22.000,00	22.000,00	
EHEJHER	1,000	ud	Instalacion Telecomunicacion y vigilancia	5.000,00	5.000,00	
			Suma la partida			27.000,00
			Costes indirectos		6,00%	1.620,00
			TOTAL PARTIDA			**28.620,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO MIL SEISCIENTOS VEINTE EUROS

05.06.02 **ud** **Arqueta de registro de 40x40**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios

CAMBASC	0,250	h	Camión basculante	55,00	13,75	
COMP2MART	0,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	5,09	
MORTM5	0,150	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	22,43	
LADH6	120,000	ud	Ladrillo H6	0,90	108,00	
MCTAP40	1,000	ud	Marco y tapa arqueta 40x40 acero galvanizado	65,00	65,00	
mo018	1,500	h	Oficial 1ª	22,18	33,27	
mo113	2,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	36,36	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	283,90	8,52	
			Suma la partida			292,42
			Costes indirectos		6,00%	17,55
			TOTAL PARTIDA			**309,97**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retira-

mq01exn020b	0,300	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	16,31	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			21,37
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA.....			**22,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO

TUBPEAD5010		**ml**	**Tubería AD PE-45 d=45 10 atm**			
			Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 50			
OF1A	0,150	h	Oficial de primera	22,18	3,33	
PEON	0,150	h	Peón	18,18	2,73	
PEAD5010	1,100	ml	Tubería PEAD dn50 10 atm	2,56	2,82	
EA5010	1,000	yd	Elem. auxiliares dn45 10 atn	2,22	2,22	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	11,10	0,33	
			Suma la partida.....			11,43
			Costes indirectos		6,00%	0,69
			TOTAL PARTIDA.....			**12,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con DOCE CÉNTIMOS

TUBPEAD256		**ml**	**Tubería AD PE-50 d=32mm 6 atm**			
			Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 32 mm y presión nominal 6 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión, colocada en			
OF1A	0,150	h	Oficial de primera	22,18	3,33	
PEON	0,150	h	Peón	18,18	2,73	
TUBPEAD25	1,100	ml	Tubería PEAD dn 32	1,47	1,62	
ELMAUXPEAD25	1,000	ud	Elementos auxiliares PEAD dn 32	1,22	1,22	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	8,90	0,27	
			Suma la partida.....			9,17
			Costes indirectos		6,00%	0,55
			TOTAL PARTIDA.....			**9,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

TUBPE16		**ml**	**Tubería AD PE-50 dn=16mm, 6 atm**			
			Suministro e instalación de polietileno de 16 mm con goteros integrados, autorregulados y autolimpiantes, termosoldados en el interior de la pared a una equidistancia de 0,30 metros, para un caudal de 2,4 l/h a una presión de 0,4-0,5 atm. Incluye parte proporcional de accesorios y piezas especiales (filtros, tes, reductores, ventosas, etc.,			
OF1A	0,150	h	Oficial de primera	22,18	3,33	
PEON	0,150	h	Peón	18,18	2,73	
TUBPEAD16	1,100	ml	Tubería PEAD dn 16	1,37	1,51	
ELMAUXPEAD16	1,000	ud	Elementos auxiliares PEAD dn 16	0,97	0,97	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	8,50	0,26	
			Suma la partida.....			8,80
			Costes indirectos		6,00%	0,53
			TOTAL PARTIDA.....			**9,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

TUB200PVCRAC		**ml**	**Tubería PVC corrugada, junta elástica, SN8 DN=200 en acometidas**			
			Suministro y colocación de tubería de PVC corrugada doble pared teja SN8, sistema de unión por embocadura integrada (copa) provista de una junta elástica de doble anclaje, presión nominal de 8 atm, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 13476 Incluye p.p. de juntas, piezas especiales, codos, tés. Incluye cualquier tipo de cone-			
OF1A	0,100	h	Oficial de primera	22,18	2,22	
PEON	0,100	h	Peón	18,18	1,82	
TUB200	1,100	ml	Tubería diámetro 200 pvc	25,49	28,04	
ELAUX200	0,100	ud	Elementos auxiliares (codos,tes, reducciones etc.)	44,35	4,44	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	36,50	1,10	
			Suma la partida.....			37,62

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos	6,00%		2,26
			TOTAL PARTIDA.....			**39,88**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PRGRRIEG		**ud**	**Programador riego**			
			Suministro e instalación de programador autónomo, formado por un circuito impreso con microprocesador aislado herméticamente, con pila de 9 voltios, para 4 electroválvulas con conexión tipo teléfono o por infrarrojos. Totalmen-			
OF1A	2,000	h	Oficial de primera	22,18	44,36	
PEON	2,000	h	Peón	18,18	36,36	
PRGELC	1,000	ud	Programador eléctrico	202,97	202,97	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	283,70	8,51	
			Suma la partida.....			292,20
			Costes indirectos	6,00%		17,53
			TOTAL PARTIDA.....			**309,73**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS NUEVE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

ELECTVALV		**ud**	**Electroválvula**			
			Electroválvula para riego, cuerpo de nylon inyectado, conexiones roscadas, de 1 1/2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 V, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución (válvulas, enlaces rosca, etc.), incluso conexiones eléctricas y todos elementos necesarios para la completa conexión. Incluso excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.			
OF1A	0,500	h	Oficial de primera	22,18	11,09	
PEON	0,300	h	Peón	18,18	5,45	
ELCTNYL	1,000	ud	Elect. válvula nylon riego	135,16	135,16	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	151,70	4,55	
			Suma la partida.....			156,25
			Costes indirectos	6,00%		9,38
			TOTAL PARTIDA.....			**165,63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

ARQREG40		**ud**	**Arqueta de registro de 40x40**			
			Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado			
OF1A	1,500	h	Oficial de primera	22,18	33,27	
PEON	2,000	h	Peón	18,18	36,36	
CAMBASC	0,250	h	Camión basculante	55,00	13,75	
COMP2MART	0,500	h	Compresor diesel dos martillos	10,17	5,09	
MORTM5	0,150	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	22,43	
LADH6	216,000	ud	Ladrillo H6	0,90	194,40	
MCTAP40	1,000	ud	Marco y tapa arqueta 40x40 acero galvanizado	65,00	65,00	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	370,30	11,11	
			Suma la partida.....			381,41
			Costes indirectos	6,00%		22,88
			TOTAL PARTIDA.....			**404,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
URM040		**m**	**Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electr**			
			Suministro e instalación de línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tube-			
mt01ara010	0,083	m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	18,60	1,54	
mt35aia080aa	1,000	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pa	1,30	1,30	
mt35cun010a1	3,000	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 k	0,51	1,53	
mt35www010	0,200	u	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	5,04	1,01	
mq04dua020b	0,008	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	0,12	
mq02rop020	0,063	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm	3,66	0,23	
mq02cia020j	0,001	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	50,00	0,05	
mo041	0,054	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	1,20	
mo087	0,054	h	Ayudante construcción de obra civil.	19,32	1,04	
mo003	0,045	h	Oficial 1ª electricista.	22,18	1,00	
mo102	0,040	h	Ayudante electricista.	19,32	0,77	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	9,80	0,29	
			Suma la partida			10,08
			Costes indirectos	6,00%		0,60
			TOTAL PARTIDA			**10,68**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 06 MARQUESINAS

SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO

06.01.01		**Kg**	**Acero S275 JR en estructura soldada**			
			Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (De-			
mq08sol020	0,015	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	4,10	0,06	
mo018	0,015	h	Oficial 1ª	22,18	0,33	
mo112	0,015	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,27	
WEFGWE	1,050	Kg	Acero laminado S 275 JR	2,00	2,10	
CAMGRRUA6T	0,010	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,49	
WEGWGWE	0,008	ud	Pequeño material	5,00	0,04	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,30	0,10	
			Suma la partida			3,39
			Costes indirectos	6,00%		0,20
			TOTAL PARTIDA			**3,59**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.01.02		**m²**	**Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**			
			Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5,			
mo018	0,300	h	Oficial 1ª	22,18	6,65	
mo059	0,300	h	Ayudante	19,32	5,80	
FBERB	0,600	l	Imprimación epoxídica 2 componentes	12,90	7,74	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
BERBB	0,500	l	Esmalte de poliuretano alifático	14,11	7,06	
WEGWGWE	0,200	ud	Pequeño material	5,00	1,00	
			Suma la partida			28,25
			Costes indirectos		6,00%	1,70
			TOTAL PARTIDA			**29,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo "C", con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,005	h	Ayudante	19,32	0,10	
EFQFQ	1,000	Kg	Acero S235JRC correa tipo C, tornilleria y accesorios	1,98	1,98	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,005	ud	Pequeño material	5,00	0,03	
TNJTRN	0,200	l	Imprimación epoxi rica en zinc (60-80) y acadado poliuretano 60	3,00	0,60	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	3,10	0,09	
			Suma la partida			3,16
			Costes indirectos		6,00%	0,19
			TOTAL PARTIDA			**3,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.01.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido

mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	
mo059	0,050	h	Ayudante	19,32	0,97	
HA30B20XC2	1,000	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	155,67	
BNDVIBR	0,050	h	Bandeja vibrante	8,25	0,41	
ENCFMET	1,500	m²	Encofrado modular	35,00	52,50	
GTELESCOP	0,100	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	3,20	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	213,90	6,42	
			Suma la partida			220,28
			Costes indirectos		6,00%	13,22
			TOTAL PARTIDA			**233,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

06.01.05 **m³** **Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de lim-

mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo059	0,170	h	Ayudante	19,32	3,28	
mt10hmf011ib	1,000	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	118,63	
			Suma la partida			124,13
			Costes indirectos		6,00%	7,45
			TOTAL PARTIDA			**131,58**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.01.06		**kg**	**Acero corrugado B500S/SD en barra**			
			Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto			
mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,004	h	Ayudante	19,32	0,08	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,050	ud	Pequeño material	5,00	0,25	
SBSB	1,000	kg	Acero B500S	1,74	1,74	
			Suma la partida			2,43
			Costes indirectos	6,00%		0,15
			TOTAL PARTIDA			**2,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.01.07		**m³**	**Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**			
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profun- didad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras			
mq01exn020b	0,342	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	18,59	
mo113	0,295	h	Peón ordinario construcción.	18,18	5,36	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,00	0,72	
			Suma la partida			24,67
			Costes indirectos	6,00%		1,48
			TOTAL PARTIDA			**26,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

06.01.08		**ml**	**Embellecedor metálico para cableado marquesinas**			
			Suministro y colocación de pletina/tapa-cables metálica tipo embellecedor para ocultación y protección del cableado de la instalación fotovoltaica en marquesinas de aparcamiento, desde arqueta de pie de poste hasta cubierta y a lo largo de correas, fijada a perfiles HEB (pilares) y correas de la estructura existente. Elemento fabricado en taller a medida (corte, plegado y taladros), con remates en encuentros y cambios de dirección, fijación mediante tornillería/abrazaderas compatibles con estructura metálica, dejando el cableado registrado y protegido frente a intemperie y actos vandálicos. Acabado color gris metalizado RAL 9006, acorde con la estructura de marquesina. Incluye re-			
SGDBNDFNDN	1,000	ml	Sum y instalacion Embellecedor 120mm y 2mm espesor	25,00	25,00	
			Suma la partida			25,00
			Costes indirectos	6,00%		1,50
			TOTAL PARTIDA			**26,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN

06.02.01		**Kg**	**Acero S275 JR en estructura soldada**			
			Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (De-			
mq08sol020	0,015	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	4,10	0,06	
mo018	0,015	h	Oficial 1ª	22,18	0,33	
mo112	0,015	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,27	
WEFGWE	1,050	Kg	Acero laminado S 275 JR	2,00	2,10	
CAMGRRUA6T	0,010	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,49	
WEGWGWE	0,008	ud	Pequeño material	5,00	0,04	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,30	0,10	
			Suma la partida			3,39
			Costes indirectos	6,00%		0,20
			TOTAL PARTIDA			**3,59**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.02.02		**m²**	**Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**			
			Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5,			
mo018	0,300	h	Oficial 1ª	22,18	6,65	
mo059	0,300	h	Ayudante	19,32	5,80	
FBERB	0,600	l	Imprimación epoxídica 2 componentes	12,90	7,74	
BERBB	0,500	l	Esmalte de poliuretano alifático	14,11	7,06	
WEGWGWE	0,200	ud	Pequeño material	5,00	1,00	
			Suma la partida			28,25
			Costes indirectos	6,00%		1,70
			TOTAL PARTIDA			**29,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.02.03		**Kg**	**Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**			
			Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo "C", con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.			
mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,005	h	Ayudante	19,32	0,10	
EFQFQ	1,000	Kg	Acero S235JRC correa tipo C, tornilleria y accesorios	1,98	1,98	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,005	ud	Pequeño material	5,00	0,03	
TNJTRN	0,200	l	Imprimación epoxi rica en zinc (60-80) y acadado poliuretano 60	3,00	0,60	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	3,10	0,09	
			Suma la partida			3,16
			Costes indirectos	6,00%		0,19
			TOTAL PARTIDA			**3,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.02.04		**m³**	**Hormigón armado HA-30 cimentación**			
			Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural			
mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	
mo059	0,050	h	Ayudante	19,32	0,97	
HA30B20XC2	1,000	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	155,67	
BNDVIBR	0,050	h	Bandeja vibrante	8,25	0,41	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ENCFMET	1,500	m²	Encofrado modular	35,00	52,50	
GTELESCOP	0,100	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	3,20	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	213,90	6,42	
			Suma la partida			220,28
			Costes indirectos		6,00%	13,22
			TOTAL PARTIDA			**233,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

06.02.05 **m³** **Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de lim-

mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo059	0,170	h	Ayudante	19,32	3,28	
mt10hmf011ib	1,000	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	118,63	
			Suma la partida			124,13
			Costes indirectos		6,00%	7,45
			TOTAL PARTIDA			**131,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.02.06 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto

mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,004	h	Ayudante	19,32	0,08	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,005	ud	Pequeño material	5,00	0,03	
SBSB	1,000	kg	Acero B500S	1,74	1,74	
			Suma la partida			2,21
			Costes indirectos		6,00%	0,13
			TOTAL PARTIDA			**2,34**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

06.02.07 **m³** **Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera

mq01exn020b	0,342	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	18,59	
mo113	0,295	h	Peón ordinario construcción.	18,18	5,36	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,00	0,72	
			Suma la partida			24,67
			Costes indirectos		6,00%	1,48
			TOTAL PARTIDA			**26,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

06.02.08 **m²** **Revestimiento compuesto simil madera**

Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado

mo112	0,015	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,27	
ERWGBETBN	3,000	m	Perfil de sección cuadrada de aluminio de 2mm de espesor	4,85	14,55	
DRBNEN	3,000	m	Perfil angular de aluminio	3,40	10,20	
EGERH	15,500	m²	Lama hueca de madera tecnológica (WPC)	4,85	75,18	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	100,20	3,01	
			Suma la partida			103,21

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos	6,00%		6,19
			TOTAL PARTIDA.....			**109,40**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

06.02.09		**m²**	**Cubierta de panel sandwich** Suministro y colocación de cubierta metálica tipo panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesta por dos chapas de acero galvanizado y prelacado conforme a UNE-EN 10346 y UNE-EN 14782, unidas mediante un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad mínima 40 kg/m³. La cara exterior será de color blanco (RAL 9010 o similar) con acabado liso o grecado, y la cara interior, vista desde el andén, con acabado metalizado natural o aluminio zincado, de textura lisa reflectante, garantizando una buena luminosidad y un mantenimiento mínimo. Los paneles se fijarán sobre correas metálicas mediante tornillería autotaladrante de acero inoxidable A2 con arandela de estanqueidad EPDM o neopreno, dispuestos según el cálculo de succión de viento del CTE DB-SE-AE. Las juntas longitudinales y transversales se sellarán con banda butílica continua, asegurando la estanqueidad al agua y al aire. La partida incluye suministro, transporte, recorte en encuentros, fijaciones, sellados, solapes, piezas de remate en cumbreras y laterales, así como medios auxiliares, mano de obra, seguridad y limpieza final, dejando la cubierta completamente instalada, alineada, estanca y en servicio, con el acabado exterior blanco y cara interior metalizada.			
mo054	0,056	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	22,18	1,24	
mo101	0,056	h	Ayudante montador de aislamientos.	19,32	1,08	
FGGG	1,000	ud	Tornilleria, namdas, rejillas, ventilación	0,80	0,80	
WGWEGVS	1,000	m²	Panel sandwish PIR 30mm	45,00	45,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	48,10	1,44	
			Suma la partida.....			49,56
			Costes indirectos	6,00%		2,97
			TOTAL PARTIDA.....			**52,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA

EFEEFWEF12		**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retira-			
mq01exn020b	0,300	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	16,31	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida.....			21,37
			Costes indirectos	6,00%		1,28
			TOTAL PARTIDA.....			**22,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

EFGWEGWE114		**ud**	**Arqueta prefabricada tipo A1** Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y an-			
SBNDFN	1,000	ud	Arqueta A1	110,00	110,00	
EDBBNERBN	1,000	ud	Tapa D400	89,98	89,98	
MO03	1,000	H	Oficial 1ª obra pública.	22,18	22,18	
MO06	3,000	H	Peón especializado.	18,75	56,25	
mt10hmf010tLb	0,063	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	138,00	8,69	
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	287,10	8,61	
			Suma la partida.....			295,71
			Costes indirectos	6,00%		17,74
			TOTAL PARTIDA.....			**313,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

EWEBERVCV **m** **Relleno zanjas**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, peque-			
SGGGGH	0,060	m³	Cama de arena	18,00	1,08	
WGEGWG	0,300	m³	Relleno seleccionado y compactación	14,00	4,20	
mq01exn020b	0,100	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	5,44	
mo041	0,200	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	22,18	4,44	
			Suma la partida			15,16
			Costes indirectos	6,00%		0,91
			TOTAL PARTIDA			**16,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE

07.01.01		**ud**	**Ensayos Pull Out Test**			
			Realización de ensayo de arrancamiento y carga lateral ("Pull Out Test") sobre perfil metálico de hinca correspondiente a la estructura fotovoltaica proyectada. Incluye, en su caso, predrilling previo, hincado del perfil de prueba hasta una profundidad objetivo de aproximadamente 1,80 m, ejecución de los ensayos a tracción y a carga lateral mediante equipo dinamométrico calibrado y relojes comparadores de desplazamiento, con registro de la deformación en ciclos de carga escalonados hasta los niveles de esfuerzo definidos en el protocolo de ensayo. Comprende igualmente el replanteo del punto, instrumentación completa, utilización de equipos y medios auxiliares, toma y tratamiento de datos, así como la interpretación de resultados y emisión del informe técnico final, con la verificación del cumplimiento de los criterios de desplazamiento admisibles. Ensayo completo, incluyendo protocolo, personal técnico y operarios, medios materiales y humanos, y entrega del informe de resultados debidamente firmado y do-			
OF1A	1,000	h	Oficial de primera	22,18	22,18	
mo113	1,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	18,18	
WEGWEG	2,000	h	Equipo hinca	220,00	440,00	
GWGWGV	1,000	ud	Dinamometro calibrado	85,00	85,00	
mq05pdm110	0,050	h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	6,90	0,35	
WEGWGWE	1,000	ud	Pequeño material	5,00	5,00	
QFFQWF	1,000	ud	tratamiento de datos	300,00	300,00	
C13C-00LP	2,000	h	Retroexcavadora s/neumáticos 8 a 10t	52,25	104,50	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	975,20	29,26	
			Suma la partida			1.004,47
			Costes indirectos	6,00%		60,27
			TOTAL PARTIDA			**1.064,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SESENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.01.02		**ud**	**Estructura soporte fotovoltaica tipo biposte**			
			Estructura portante para soporte de módulos fotovoltaicos en disposición horizontal (2H×2H por vano) según plano, formada por marcos metálicos tipo biposte con inclinación fija de 20°. La estructura está compuesta por perfiles de acero galvanizado conformado en frío, con secciones tipo C y Z, fabricados conforme a la norma UNE-EN 10162, con recubrimiento galvanizado Magnelis ZM310/ZM430 o equivalente, y resistencia mínima S250GD o S280GD. Los perfiles principales verticales (bipostes) se hincan directamente en el terreno, con profundidad máxima de 1,80 m en el apoyo trasero y 1,50 m en el delantero, de acuerdo con los resultados de los ensayos de arrancamiento "Pull Out Test" realizados en la zona. Las traviesas y correas horizontales se ensamblan mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, garantizando la continuidad estructural y la rigidez necesaria frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme a los criterios del CTE DB-SE-AE y del Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991) para estructuras exteriores. Los módulos fotovoltaicos se fijan mediante grapas o presillas de aluminio anodizado, asegurando el aislamiento galvánico entre materiales. El sistema incluye todos los anclajes, uniones, herrajes, apoyos, tratamientos anticorrosivos, replanteo, medios auxiliares y nivelación, dejando la estructura completamente montada, alineada y nivelada. La estructura deberá entregarse con la documentación técnica de justificación de resistencia estructural frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme al CTE DB-SE, DB-SE-AE, UNE-EN 1090, UNE-EN 10162 y Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991). Se exigirá una garantía estructural mínima de 25 años para los elementos de aluminio anodizado y de 15 años para los galvanizados, junto con			
MO02	2,000	H	Capataz de obra.	26,93	53,86	
MO07	2,000	H	Peón suelto.	18,18	36,36	
P15LFA010	2,000	ud	Soporte aluminio 20º mesa 2ud	110,00	220,00	
C13161E0	1,000	h	Minicargadora sobre neumáticos,acces.retroexcavador a=40-60cm	45,80	45,80	
ERGERG	2,000	ud	Correas y soportes	35,00	70,00	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	426,00	12,78	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			438,80
			Costes indirectos		6,00%	26,33
			TOTAL PARTIDA.....			**465,13**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FOTV0201 **ud** **Módulo fotovoltaico sobre pérgola**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo 460N-54HL4R-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	460 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	33.60 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	13.69 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	40.17 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14.14 A
Eficiencia	23.02 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

Características Térmicas

Rango de Temperatura	-40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc	0,045 %/°C

Parámetros del Sistema

Tensión Máxima del Sistema	1000 V

Características Mecánicas

Dimensiones (A/A/F)	1762x1134x30 mm
Peso	21 kg
Numero de Células	108
Tipo de Vidrio	Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio	3,2 mm
Tipo de Trama	Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones	IP 68
Corte Transversal del Cable	4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, ca-

LKM460N	1,000	ud	Módulo fotovoltaico Jinko Tiger Neo 460W	125,00	125,00	
MOOF1EL	0,300	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	6,65	
MOOF2EL	0,300	h	Peon electricista	18,18	5,45	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	137,10	4,11	
			Suma la partida.....			141,21
			Costes indirectos		6,00%	8,47
			TOTAL PARTIDA.....			**149,68**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

5DSVVVDVD **ud** **Módulo fotovoltaico en superficie**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo N Type 635N-78HL4-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	635 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	42.83 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	11.15 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	53.19 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11.67 A
Eficiencia	22.72 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

Características Térmicas

Rango de Temperatura	-40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0,29 %/°C

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C			
			Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C			
			Parámetros del Sistema			
			Tensión Máxima del Sistema 1000/1.500 VDC			
			Características Mecánicas			
			Dimensiones (A/A/F) 2465x1134x30 mm			
			Peso 30.6 kg			
			Numero de Células 156			
			Tipo de Vidrio Capa Antireflejo, Templado			
			Grosor de Vidrio 3,2 mm			
			Tipo de Trama Aluminio Anodizado			
			Caja de Proteccion de Uniones IP 68			
			Corte Transversal del Cable 4 mm2			
			Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento. Contarán con una garantía de 25 años.			
LKM635	1,000	ud	Módulo fotovoltaico Jinko Tiger Neo 635W	150,00	150,00	
MOOF1EL	0,200	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	4,44	
MOOF2EL	0,200	h	Peon electricista	18,18	3,64	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	158,10	4,74	
			Suma la partida			162,82
			Costes indirectos	6,00%		9,77
			TOTAL PARTIDA			**172,59**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES

INV01PL01 **ud** **Inversor de red de 110kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 110-60 CORE 2 o similar con las siguientes características.

Profundidad [mm] 363
Ancho [mm 1117
Alto [mm] 363
Peso [kg] 93'5

EConexión de CC
Tensión de entrada máx. 1.100 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V/585 V
Tensión asignada de entrada 585V
Tensión de entrada mínima 200V
Tensión de inicio 250V
Corriente máxima de entrada por MPPT 26A (22A<600V)
Corriente de c.c. máxima 40 A
Nº de seguidores MPP independientes 12
strings por entrada MPP 1

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 110 kW
Potencia máx. aparente de CA 110 kVA
Tensión nominal de CA 400V
Intervalo de tensión de CA de 320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 45 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/400V
Corriente máx. de salida 159 A
Armónicos (THD) < 0,5 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,8 % / 98,4 %

Dispositivos de protección

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,			
STP 100 60 C2	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 100 60 core 2	7.260,00	7.260,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	7.582,90	227,49	
			Suma la partida.....			7.810,37
			Costes indirectos	6,00%		468,62
			TOTAL PARTIDA.....			**8.278,99**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

INV02PL01 **ud** **Inversor de red de 100kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo SHP 100-20 400V o similar, con las siguientes características

Profundidad [mm] 462
Ancho [mm 770
Alto [mm] 830
Peso [kg] 99
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 200kWp
Tensión de entrada máx. 100 V
Rango de Tensión MMP 590 a 1.000 V
Corriente máxima de entrada 180 A
Corriente de c.c. máxima 325 A
Nº de seguidores MPP independientes 1
Nº de entradas 1 ó 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 100 kW
Potencia máx. aparente de CA 100 kVA
Tensión nominal de CA 400V/177V
Intervalo de tensión de CA a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz
Corriente máx. de salida 151 A
Armónicos (THD) < 0,3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,			
SHP 100-20	1,000	ud	Inversor de red SMA SHP 100-20 de 100kW	10.650,00	10.650,00	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	10.972,90	329,19	
				Suma la partida.....		11.302,07
				Costes indirectos	6,00%	678,12
				TOTAL PARTIDA.....		**11.980,19**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

INV01COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 25 kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 25-50 o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm]	266
Ancho [mm	728
Alto [mm]	762
Peso [kg]	35
Entrada CC	
Pot. máx. del generador fotovoltaico	37500 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de Tensión MMP	430 a 800 V
Corriente máxima de entrada	24 A
Corriente de c.c. máxima	35 A
Nº de seguidores MPP independientes	3
Nº de entradas	2
Salida CA	
Potencia asignada a tensión nominal	25.000 W
Potencia máx. aparente de CA	25.000 VA
Tensión nominal de CA	240V/415V
Intervalo de tensión de CA	176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida	36.6 A
Armónicos (THD)	< 3 %

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE			
			Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %			
			Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II			
			Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,			
STP 25-50	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 25-50	4.167,50	4.167,50	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4.490,40	134,71	
			Suma la partida.....			4.625,09
			Costes indirectos	6,00%		277,51
			TOTAL PARTIDA.....			**4.902,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

INV02COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 15kW/400 V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 15-50, o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm]	266
Ancho [mm	728
Alto [mm]	762
Peso [kg]	35
Entrada CC	
Pot. máx. del generador fotovoltaico	22500 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de Tensión MMP	257 a 800 V
Corriente máxima de entrada	24 A
Corriente de c.c. máxima	35 A
Nº de seguidores MPP independientes	3
Nº de entradas	2
Salida CA	
Potencia asignada a tensión nominal	15.000 W
Potencia máx. aparente de CA	15.000 VA
Tensión nominal de CA	240V/415V
Intervalo de tensión de CA	176V a 275 V/304 V a 477 V

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

STP 15-50	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 15-50	3.658,35	3.658,35	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3.981,20	119,44	

Suma la partida.....		4.100,67
Costes indirectos	6,00%	246,04
TOTAL PARTIDA.....		**4.346,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

INV01COB03 **ud** **Inversor de red SMA STP 50kW/400V**
Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 50-40/41 CORE I o similar, con las siquientes características:

Profundidad [mm] 569
Ancho [mm 733
Alto [mm] 661
Peso [kg] 82
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 51.000 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V
Corriente máxima de entrada 120 A
Corriente de c.c. máxima 30 A
Nº de seguidores MPP independientes 6

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Nº de entradas 2 por MPPT			
			Salida CA			
			Potencia asignada a tensión nominal 50.000 W			
			Potencia máx. aparente de CA 50.000 VA			
			Tensión nominal de CA 240V/415V			
			Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V			
			Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz			
			Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V			
			Corriente máx. de salida 36.6 A			
			Armónicos (THD) < 3 %			
			Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE			
			Rendimiento			
			Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %			
			Dispositivos de protección			
			Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC			
			Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica			
			Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal			
			Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados			
			Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II			
			Datos generales			
			Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm			
			Peso 99 kg (218 lb)			
			Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)			
			Emisión sonora, típica 69 dB(A)			
			Autoconsumo (nocturno) < 5 W			
			Topología Sin transformador			
			Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones			
			Tipo de protección (según IEC 60529) IP65			
			Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %			
			Equipamiento / Función / Accesorios			
			Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)			
			Indicador led (estado/error/comunicación)			
			Interfaz ethernet (2 puertos)			
			Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire			
			Tipo de montaje Montaje en bastidor			
			OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7			
			Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller			
			Garantia: 25 anos›			
			Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN			
STP 50-40 COR	1,000	ud	Inversor de red SMA STP 50-40 core 1	7.607,75	7.607,75	
MOOF1EL	8,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	177,44	
MOOF2EL	8,000	h	Peon electricista	18,18	145,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	7.930,60	237,92	
			Suma la partida.....			8.168,55
			Costes indirectos	6,00%		490,11
			TOTAL PARTIDA.....			**8.658,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC

1X6H1		**ml**	**Cable unipolar H1Z2Z2-k 1/1.5 0.6/1 kV 6mm2**			
			Circuito de corriente continua de 1x6 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z272-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional			
1X6 H1 CAB	1,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 6mm2	1,78	1,78	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,00	0,09	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida			3,09
			Costes indirectos		6,00%	0,19
			TOTAL PARTIDA			**3,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

AISDRL50		**ml**	**Intalación de tubo corrugado de D.50mm 250N**			
			Suministro e instalación de tubo corrugado doble capa D.50mm 250N, para instalación enterrada.			
AISDRL40-I	1,000	ml	Tubo corrugado doble capa D.40mm	1,58	1,58	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	2,10	0,06	
			Suma la partida			2,19
			Costes indirectos		6,00%	0,13
			TOTAL PARTIDA			**2,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

1X16H1		**ml**	**Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 16mm2**			
			Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional			
1X16 H1 CAB	1,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 16mm2	5,26	5,26	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	6,50	0,20	
			Suma la partida			6,68
			Costes indirectos		6,00%	0,40
			TOTAL PARTIDA			**7,08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

1X10H1		**ml**	**Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 10mm2**			
			Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.			
1X10 H1 CAB	1,000	m	Cable Unipolar H1z272-k 10mm2	3,48	3,48	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4,70	0,14	
			Suma la partida			4,84
			Costes indirectos		6,00%	0,29
			TOTAL PARTIDA			**5,13**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

FUS20ASOL		**ud**	**Fusibles fotovoltaicas curva gPV de 20A**			
			Suministro e instalación de fusibles para instalaciones fotovoltaicas curva gPV de 20 A tamaño 10x38. inclueyndo			
IFUS20SOL	1,000	u	Fusible de 20A curva gpV	12,00	12,00	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	12,70	0,38	
			Suma la partida			13,05
			Costes indirectos		6,00%	0,78
			TOTAL PARTIDA			**13,83**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA

REDTT		**ud**	**Red de tierras pérgolas**			
			Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la linea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y picas para red de toma de tierra, cada 20m, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y pro-			
CU1X35	36,360	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	1.930,72	
MOOF1EL	16,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	354,88	
MOOF2EL	16,000	h	Peon electricista	18,18	290,88	
HIMCTS2595	6,000	u	CAJA DE TIERRA	51,44	308,64	
QUI1Y070044	6,000	u	PICA TIERRA PT-1.5 ESTANDAR	9,82	58,92	
GDP-18INOX	8,000	u	GRAPA UNION ELECTRO-NIQUEL INOX GDP-18	9,53	76,24	
QUI1Y072006	6,000	u	BRIDA BPT P/PICA DE TIERRA ESTANDAR	2,39	14,34	
TRIT3510	6,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý35mm T-35-10	0,29	1,74	
AISBGE32	3,000	m	TUBO AISCAN B BLINDADO GRIS ENCH.Ø32MM	2,88	8,64	
UNE1251	3,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,24	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3.045,20	91,36	
			Suma la partida			3.136,60
			Costes indirectos	6,00%		188,20
			TOTAL PARTIDA			**3.324,80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

REDTTFV		**ud**	**Red de tierra planta FV**			
			Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 1027 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 1 picas para red de toma de tierra, cada 200ml, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y			
CU1X35	312,000	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	16.567,20	
MOOF1EL	40,000	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	887,20	
MOOF2EL	40,000	h	Peon electricista	18,18	727,20	
HIMCTS2595	10,000	u	CAJA DE TIERRA	51,44	514,40	
QUI1Y070044	10,000	u	PICA TIERRA PT-1.5 ESTANDAR	9,82	98,20	
GDP-18INOX	10,000	u	GRAPA UNION ELECTRO-NIQUEL INOX GDP-18	9,53	95,30	
QUI1Y072006	10,000	u	BRIDA BPT P/PICA DE TIERRA ESTANDAR	2,39	23,90	
TRIT3510	10,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý35mm T-35-10	0,29	2,90	
AISBGE32	30,000	m	TUBO AISCAN B BLINDADO GRIS ENCH.Ø32MM	2,88	86,40	
UNE1251	30,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	2,40	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	19.005,10	570,15	
			Suma la partida			19.575,25
			Costes indirectos	6,00%		1.174,52
			TOTAL PARTIDA			**20.749,77**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES CA						
07.06.01		**m**	**Línea de 4x35mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.90mm**			
			Línea 5x35 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.			
CAB1992113VDP	4,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X35MM²	10,45	41,80	
AISDRL90	1,000	m	TUBO AISCAN DRL DB. PARED ROLLO D.90mm	2,45	2,45	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	46,30	1,39	
			Suma la partida			47,66
			Costes indirectos		6,00%	2,86
			TOTAL PARTIDA			**50,52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

07.06.02		**m**	**Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**			
			Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m			
1992114VDP	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV	23,47	93,88	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
AISDRN110	1,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø110MM	5,12	5,12	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	101,00	3,03	
			Suma la partida			104,05
			Costes indirectos		6,00%	6,24
			TOTAL PARTIDA			**110,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIEZ EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

07.06.03		**m**	**Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m**			
			Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m			
1992116VDP	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV	16,00	64,00	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
AISDRN125	1,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø125MM	5,72	5,72	
AISDRN110	1,000	m	TUBO AISCAN DRN DB.PARED ROLLO Ø110MM	5,12	5,12	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	76,90	2,31	
			Suma la partida			79,17
			Costes indirectos		6,00%	4,75
			TOTAL PARTIDA			**83,92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

07.06.04		**m**	**Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m**			
			Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m			
1992118VDP1	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu(AS) 0.6/1kV	20,00	80,00	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
TUBC160	1,000	m	Tubo corrugado 160 canalización eléctrica ULTRATP-I rojo rollo	5,50	5,50	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	87,50	2,63	
			Suma la partida			90,15
			Costes indirectos		6,00%	5,41
			TOTAL PARTIDA			**95,56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

LGA150		**m**	**Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**			
			Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.			
1992118VDP	4,000	m	GENERAL CABLE EXZHELLENT XXI RZ1-K Cu(AS) 0.6/1kV 1x150mm2	24,00	96,00	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
TUBC200	1,000	m	Tubo corrugado 200canalización eléctrica ULTRATP-I rojo barra 6m	7,50	7,50	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	105,50	3,17	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			108,69
			Costes indirectos		6,00%	6,52
			TOTAL PARTIDA.....			**115,21**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO QUINCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN

FOTV0701 **ud** **Gestor de energía**

Suministro e instalación de Gestor de energía SMA Data Manager M (EDMM-20) o similar de las siguientes características
Datos técnicos SMA DATA MANAGER M
Datos maestros
Número de equipos compatibles en total, de los cuales: 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles a través del Modbus Sunspec (p.ej. Sunny Tripower CORE2) 50
Número máximo de inversores de batería compatibles 50
Número máximo de puntos de carga compatibles (EV Charger Business) 50
número máximo de contadores de energía compatibles (electricidad y gas), generadores de contadores de energía, sistemas de E/S, sensores 50
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores fotovoltaicos (potencia nominal de CA) 2,5 MVA (modo de regulación)
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores de batería (potencia nominal de CA) 7,5 MVA (modo de control o pura monitorización)
Registro de datos automático para generadores virtuales de contadores de energía (inversor fotovoltaico, planta de cogeneración, contador de gas, generador diésel, central hidroeléctrica) .
Conexiones
Suministro de tensión Conexión de 2 polos, MINI COMBICON
RS485 Conexión de 2 x 6 polos, MINI COMBICON
Red (LAN) 3 x RJ45 (1 x Internet, 2 x red de instalaciones) 10BaseT/100BaseT
Punto de acceso WLAN para la puesta en marcha y el acceso a la interfaz de usuario.
Conexiones adicionales
10 x Digital In, 1 x Fast Stop, 5 x relés multifunción (MFR),
4 x Analog In (0 mA a 20 mA), 4 x Analog Out (0 mA a 20 mA),
2 x temperatura (PT100), 1 x pulsador de reset
Suministro de tensión
Suministro de tensión Fuente de alimentación externa (disponible como accesorio)
Tensión de entrada De 10 V a 30 V CC
Consumo de potencia Tipo 8 W
Condiciones ambientales durante el funcionamiento
Entorno Clase 3K7 limitada según IEC60721-3-3
Temperatura ambiente 20 °C a +60 °C
Rango permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación) 5 % al 95 %
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar 0 m a 3000 m (.70 kPa)
Tipo de protección según IEC 60529 IP20 (NEMA 1)
Datos generales
Dimensiones (ancho/alto ./fondo) 216 mm / 90 mm / 68 mm
Peso 372 g
Lugar de montaje Interiores
Tipo de montaje en carril DIN/montaje mural
Indicación de estado LED para estado del sistema y de la comunicación
Equipamiento
Garantía 2 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)
Accesorios (opcional)
Fuente de alimentación para carril DIN
Phoenix Contacto,
entrada: 100 V CA a 240 V CA, salida: 24 V CC/2,5 A,
Sistema de E/S externo ioLogik E1214 (6 DI/6 salidas de relé)

SMADATAMAN	1,000	ud	SMA Data Manager M (EDMM-20)	1.150,00	1.150,00	
			Suma la partida.....			1.150,00
			Costes indirectos		6,00%	69,00
			TOTAL PARTIDA.....			**1.219,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
FOTV0702		**ud**	**Sistema de monitorización**			
			Implantación, incluyendo pago de licencias de sistema de monitorización online de plantas fotovoltaicas.			
FOTV070201	1,000	ud	Licencia de monitorización	7.450,00	7.450,00	
			Suma la partida			7.450,00
			Costes indirectos	6,00%		447,00
			TOTAL PARTIDA			**7.897,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS

SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y LEGALIZACIÓN

FOTV1001 **ud** **Pruebas de puesta en servicio**

Trabajos de pruebas y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas realizadas:
- Presentación del plan de control de calidad propuesto por el Instalador.
- Verificaciones de los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos: Cuadros eléctricos, centros de medida.
- Verificaciones a realizar en los circuitos eléctricos: Resistencia aislamiento, rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, impedancia de bucle, secuencia de fases, equilibrado de fases, caída de tensión.
- Ajustes a realizar en las protecciones y relés térmicos, magnéticos y diferenciales.
- Pruebas de las maniobras sobre los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza.
- Etiquetado de la totalidad de elementos y cableado que forman el sistema según codificación corporativa del cliente.

Sin descomposición			500,00
Costes indirectos	6,00%		30,00
TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

FOTV1002 **ud** **Tramitación punto de coenxión con Cia suministradora**

Tramitación punto de conexión con la suministradora (no incluye el pago de acceso y conexión)

Sin descomposición			500,00
Costes indirectos	6,00%		30,00
TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

FOTV1003 **ud** **Certificado de instalación FV**

Certificado de instalación FV, firmado por instalador autorizado y sellado por la empresa suministradora

Sin descomposición			500,00
Costes indirectos	6,00%		30,00
TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

DOCYCERT **ud** **Documentación y certificaciones**

Tareas de preparación de la documentación final de obra de las instalaciones:
- Pruebas y verificaciones de funcionamiento de las instalaciones.
- Pruebas y verificaciones de funcionamiento del sistema de gestión técnica.
- Planos actualizados con las instalaciones realmente ejecutadas.
- Esquemas unifilares de las instalaciones.
- Esquemas de control de las instalaciones.
- Memoria y descripción de partidas actualizada con lo realmente ejecutado.
- Certificados de conformidad y fichas técnicas de los materiales y equipos.
- Certificados de garantía de los materiales y equipos, debidamente sellados por el fabricante.
- Certificados de pruebas y ensayos realizados.
- Certificado de inspección de la OCA (incluye contratación de OCA) e informe completo con todas las verificaciones realizadas.
- Manuales de usuario, instalación y mantenimiento de los equipos.
- Listado de repuestos recomendados.
- Documentos de legalización: Proyectos, certificados, y autorizaciones.

Se entregarán tres copias en soporte papel y tres copias en soporte informático (editable y en pdf.) con la estructu-

Sin descomposición			500,00
Costes indirectos	6,00%		30,00
TOTAL PARTIDA			**530,00**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

LEGYTRAM **ud** **Legalizaciones y tramitaciones**

Previa a la puesta en marcha de la instalación serán de requerimiento las siguientes legalizaciones y tramitaciones:
Tramitaciones
- Tramitaciones pertinentes ante la DGEiCC - Dirección General de Energía y Cambio Climático.
- Tramitaciones pertinentes ante compañía distribuidora.
- En definitiva, todas las tramitaciones según la DGEiCC para la puesta en marcha de las instalaciones y tramitaciones ante la compañía distribuidora para la legalización y puesta en servicio.

Legalizaciones:
- Certificado de cualificación individual (Boletín de instalador)
- Certificado final de obra

Sin descomposición		500,00
Costes indirectos	6,00%	30,00
TOTAL PARTIDA.....		**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

CONCAL **ud** **Control de calidad**

Se supervisará y tendrá como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece los requisitos básicos de seguridad y salubridad, éstos marcan las exigencias mínimas de
calidad que deben de cumplir los edificios y sus instalaciones.
En el control de la calidad en la ejecución de la obra se desarrollará en en base a:
- Control de Recepción de los productos, equipos y sistemas que se suministren en las obras.
- Control de Ejecución de la obra, tanto del edificio como de sus instalaciones.
- Control de Obra Terminada.

Sin descomposición		500,00
Costes indirectos	6,00%	30,00
TOTAL PARTIDA.....		**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 08 EDIFICIOS

SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

08.01.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (De-

mo018	0,015	h	Oficial 1ª	22,18	0,33	
mo112	0,015	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,27	
WEFGWE	1,050	Kg	Acero laminado S 275 JR	2,00	2,10	
mq08sol020	0,015	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	4,10	0,06	
CAMGRRUA6T	0,010	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,49	
WEGWGWE	0,040	ud	Pequeño material	5,00	0,20	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,50	0,11	

Suma la partida		3,56
Costes indirectos	6,00%	0,21
TOTAL PARTIDA		**3,77**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

08.01.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Pintura sobre perfiles laminados, con imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y capa de esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250, o equivalente, en color y textura a definir por D.F., i/cepillado del so-

mo018	0,300	h	Oficial 1ª	22,18	6,65	
mo059	0,300	h	Ayudante	19,32	5,80	
FBERB	0,600	l	Imprimación epoxídica 2 componentes	12,90	7,74	
BERBB	0,500	l	Esmalte de poliuretano alifático	14,11	7,06	
WEGWGWE	0,200	ud	Pequeño material	5,00	1,00	

Suma la partida		28,25
Costes indirectos	6,00%	1,70
TOTAL PARTIDA		**29,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a UNE-EN 10162, de las series omega o tipo Z de 160mm, con el acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430) para protección anticorrosiva en ambiente exterior. Las correas estarán formadas por piezas simples, dimensionadas según proyecto, y se fijarán a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas, con tornillería galvanizada de alta resistencia y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecu-

mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,005	h	Ayudante	19,32	0,10	
EFQFQ	1,000	Kg	Acero S235JRC correa tipo C, tornilleria y accesorios	1,98	1,98	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,060	ud	Pequeño material	5,00	0,30	
TNJTRN	0,200	l	Imprimación epoxi rica en zinc (60-80) y acadado poliuretano 60	3,00	0,60	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	3,30	0,10	

Suma la partida		3,44
Costes indirectos	6,00%	0,21
TOTAL PARTIDA		**3,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.01.04		**m³**	**Hormigón armado HA-30 cimentación**			
			Hormigón armado HA-30 I/p.p. de medios auxiliares, incluso vibrad y curado, incluidas vertido directo y colocación definitiva con grúa autopropulsada. Totalmente terminado.			
mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	
mo059	0,050	h	Ayudante	19,32	0,97	
HA30B20XC2	1,000	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	155,67	
BNDVIBR	0,050	h	Bandeja vibrante	8,25	0,41	
ENCFMET	1,500	m²	Encofrado modular	35,00	52,50	
GTELESCOP	0,100	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	3,20	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	213,90	6,42	
			Suma la partida			220,28
			Costes indirectos		6,00%	13,22
			TOTAL PARTIDA			**233,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

08.01.05		**m³**	**Hormigón de limpieza**			
			Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de lim-			
mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo059	0,170	h	Ayudante	19,32	3,28	
mt10hmf011ib	1,000	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	118,63	
			Suma la partida			124,13
			Costes indirectos		6,00%	7,45
			TOTAL PARTIDA			**131,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.01.06		**kg**	**Acero corrugado B500S/SD en barra**			
			Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto			
mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,004	h	Ayudante	19,32	0,08	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,050	ud	Pequeño material	5,00	0,25	
SBSB	1,000	kg	Acero B500S	1,74	1,74	
			Suma la partida			2,43
			Costes indirectos		6,00%	0,15
			TOTAL PARTIDA			**2,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.01.07		**m³**	**Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**			
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera			
mq01exn020b	0,342	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	18,59	
mo113	0,295	h	Peón ordinario construcción.	18,18	5,36	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	24,00	0,72	
			Suma la partida			24,67
			Costes indirectos		6,00%	1,48
			TOTAL PARTIDA			**26,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.01.08		**m²**	**Hormigon de nivelación**			
			Formación de capa de hormigón para nivelado de irregularidades en el suelo cimentado, de 5 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/12, fabricado en central, en el fondo de la excavación previamente realizada.			
mt10hmf011ib	0,065	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	7,71	
mo045	0,004	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del horm	22,18	0,09	
mo092	0,002	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormig	19,32	0,04	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	7,80	0,23	
			Suma la partida			8,07
			Costes indirectos		6,00%	0,48
			TOTAL PARTIDA			**8,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.01.09		**m³**	**Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón H**			
			Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su co-			
mt07aco020a	5,000	u	Separador homologado para cimentaciones.	0,20	1,00	
SBSB	86,700	kg	Acero B500S	1,74	150,86	
mt08var050	0,425	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	2,70	1,15	
mt10haf010ctL	1,050	m³	Hormigón HA-25/B/20/XC2, fabricado en central.	144,45	151,67	
mq06vib020	0,333	h	Regla vibrante de 3 m.	4,66	1,55	
mq06bhe010	0,042	h	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	169,73	7,13	
mo043	0,604	h	Oficial 1ª ferrallista.	22,18	13,40	
mo090	0,906	h	Ayudante ferrallista.	19,32	17,50	
mo045	0,010	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del horm	22,18	0,22	
mo092	0,133	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormig	19,32	2,57	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	347,10	10,41	
			Suma la partida			357,46
			Costes indirectos		6,00%	21,45
			TOTAL PARTIDA			**378,91**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS

08.02.01		**m²**	**Cubierta plana no transitable**			
			Suministro y colocación de cubierta no transitable de panel sándwich metálico con pendiente 2 %, formada por chapa exterior de acero prelacado 0,6 mm perfil grecado, núcleo aislante PIR de 50 mm (0,022 W/m·K) y chapa interior galvanizada 0,5 mm, con juntas longitudinales y transversales selladas con banda butílica y tapones de testa para garantizar la estanqueidad total en baja pendiente. Fijación a correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y arandela metálica, según CTE DB-SE-AE y UNE-EN 14509. Se dispondrá una cámara ventilada interior de 40–60 mm bajo el panel, con entradas en alero y salidas en cumbrera, provistas de rejillas microperforadas antipájaros. Bajo esta, instalación de falso techo metálico perforado de acero o aluminio 0,6–0,8 mm (15–20 % perforación) suspendido mediante varilla M6/M8 y perfilería "T", con lana mineral 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro absorbente acústico. Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera, así como remates de cumbrera, aleros, testeros y encuentros estancos, pasos de instalaciones con manguitos EPDM, medios auxiliares, seguridad y limpieza final. La cubierta quedará completamente estanca,			
mo029	0,203	h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	22,18	4,50	
mo067	0,203	h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	19,32	3,92	
mo054	0,056	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	22,18	1,24	
mo101	0,056	h	Ayudante montador de aislamientos.	19,32	1,08	
WGWEG	1,000	m²	Panel sandwish PIR 50mm	65,00	65,00	
FGGG	1,000	ud	Tornilleria, namdas, rejillas, ventilación	0,80	0,80	
ERGVER	1,000	m²	Falso techo perforado 0,7mm + perfileria	30,00	30,00	
RGERB	1,000	m²	Barrera de vapor PE 200	1,50	1,50	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	108,00	3,24	
			Suma la partida			111,28
			Costes indirectos		6,00%	6,68
			TOTAL PARTIDA			**117,96**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.02.02		**m²**	**Falso techo registrable con perfilería oculta**			
			Suministro y montaje de falso techo continúo formado por placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica galvanizada oculta, suspendida del forjado mediante varillas regulables y cuelgues rápidos de acero, con separación entre montantes no superior a 600 mm. La estructura estará compuesta por perfiles primarios tipo T de 47/60 mm y perfiles secundarios tipo F de 47 mm, ambos galvanizados, fijados entre sí mediante grapas y escuadras homologadas. Las juntas entre placas se tratarán con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie lisa, uniforme y sin imperfecciones. Una vez seco y lijado, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca, lavable y transpirable, con acabado liso mate, color blanco (RAL 9010 o similar). Incluye suministro de todos los materiales, estructura metálica, placas PYL, tornillería, cinta y pasta de juntas, imprimación y pintura, así como replanteo, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando el techo completamente terminado, nivelado y listo para uso.			
mt12plp100a	0,500	m	Perfil metálico angular de acero galvanizado, Quick-lock "PLACO"	1,34	0,67	
mt12ple100	2,000	u	Varilla lisa regulable con gancho "PLACO", de 4 mm de diámetro y	2,03	4,06	
mt12psg220	2,000	u	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	0,06	0,12	
mt12ple090	2,000	u	Pieza de cuelgue rápido Quick-lock "PLACO".	1,41	2,82	
mt12plp090c	1,660	m	Perfil metálico primario de acero galvanizado, Quick-lock "PLACO	2,43	4,03	
mt12plp110a	1,000	u	Perfil metálico de acero galvanizado, Gyptone "PLACO", fabricado	0,79	0,79	
mt12plk040qjc	1,020	m²	Placa de escayola, lisa, gama Decor modelo Apolo "PLACO", de 600	21,72	22,15	
mo035	0,293	27.	Oficial 1ª escayolista.	22,18	6,50	
mo073	0,293	h	Ayudante escayolista.	19,32	5,66	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	46,80	1,40	
			Suma la partida			48,20
			Costes indirectos		6,00%	2,89
			TOTAL PARTIDA			**51,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

08.02.03		**m²**	**Revestimiento compuesto simil madera**			
			Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado			
mo112	0,015	h	Peón especializado construcción.	18,18	0,27	
ERWGBETBN	3,000	m	Perfil de sección cuadrada de aluminio de 2mm de espesor	4,85	14,55	
DRBNEN	3,000	m	Perfil angular de aluminio	3,40	10,20	
EGERH	15,500	m²	Lama hueca de madera tecnológica (WPC)	4,85	75,18	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	100,20	3,01	
			Suma la partida			103,21
			Costes indirectos		6,00%	6,19
			TOTAL PARTIDA			**109,40**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

08.02.04		**m**	**Ventanal abatible de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**			
			Suministro y colocación de ventana abatible formada por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con rotura de puente térmico (RPT) y acabado termoendurecido, provista de marco y hoja abatible con bisagras y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio irá acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, con sellado perimetral en frío mediante silicona neutra incolora, compatible con el aluminio y garantizando la estanqueidad total del conjunto.Incluye burletes de estanqueidad EPDM, cierres multipunto o cremona, tornillería y anclajes, suministro y colocación de todos los herrajes, ajuste, nivelación y limpieza final. Las hojas quedarán perfectamente alineadas y niveladas, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso conforme a la normativa vigente. Cumpliendo las especificaciones del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética) y UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales). Incluye: todos los materiales (marcos, hojas, herrajes, burletes, vidrio, silicona, fijaciones), mano de obra de instalación, sellado, limpieza final y señalización de las hojas móviles conforme a la normativa de seguridad en acristalamientos.			
mt21vtt010f	2,600	m²	Vidrio templado,de 12 mm	115,00	299,00	
mt21vva015a	0,290	u	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A	7,00	2,03	
mo055	3,000	h	Oficial 1ª cristalero.	22,18	66,54	
mo110	3,000	h	Ayudante cristalero.	19,32	57,96	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
ERGRGR	1,000		Carpinteria metalica	150,00	150,00	
ERGEBERG	1,000		Herrajes, bisagras, cerres y juntas	70,00	70,00	
CAMGRRUA6T	0,500	h	Camión grúa 6 t	49,36	24,68	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	670,20	20,11	
			Suma la partida			690,32
			Costes indirectos		6,00%	41,42
			TOTAL PARTIDA			**731,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS TREINTA Y UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08.02.05 **m** **Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,60 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Incluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a norma-

mt21vtt010f	2,600	m²	Vidrio templado,de 12 mm	115,00	299,00	
mt21vva015a	0,290	u	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A	7,00	2,03	
mo055	3,000	h	Oficial 1ª cristalero.	22,18	66,54	
mo110	3,000	h	Ayudante cristalero.	19,32	57,96	
ERGRGR	1,000		Carpinteria metalica	150,00	150,00	
CAMGRRUA6T	0,500	h	Camión grúa 6 t	49,36	24,68	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	600,20	18,01	
			Suma la partida			618,22
			Costes indirectos		6,00%	37,09
			TOTAL PARTIDA			**655,31**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

08.02.06 **m** **Puerta enrollable motorizada de 2,20m de altura**

Suministro y montaje de puerta enrollable motorizada de varillas de acero zincado, color gris metalizado, con malla en forma de aros entrelazados (tipo Convi o similar), de 2,20 m de altura y ancho según hueco de proyecto, con acabado galvanizado color plata y recubrimiento protector anticorrosivo. Compuesta por lamas o varillas de acero macizo unidas mediante eslabones de acero galvanizado, cajón recogedor superior forrado en chapa galvanizada, eje de acero con muelles de torsión templado, poleas circulares, y guías laterales de acero galvanizado de 2 mm de espesor con burletes de goma de estanqueidad. Accionamiento mediante motor eléctrico trifásico (motor tubular o central de eje), con cuadro de maniobra, finales de carrera regulables, pulsador interior de apertura/cierre, sistema de desbloqueo manual y receptor con mando a distancia. Incluye cerradura central con llave de seguridad, fallebas laterales, herrajes y anclajes, cableado eléctrico, puesta a punto, ajuste y comprobación de funcionamiento. La instalación se realizará alineada y nivelada, con todas las medidas de seguridad y señalización conforme a normativa. La puerta quedará totalmente instalada, ajustada y probada, cumpliendo las disposiciones de seguridad de la Directiva 2006/42/CE (Máquinas), UNE-EN 13241-1 (puertas motorizadas de uso industrial y comercial), CTE DB-SUA (seguridad de utilización) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

mt26cem010b	2,200	m²	Cierre metálico enrollable de varillas troqueladas de acero zinc	170,00	374,00	
mt26eem020	1,000	u	Cerradura de seguridad al suelo para cierre enrollable.	70,00	70,00	
mo020	1,500	h	Oficial 1ª construcción.	22,18	33,27	
mo113	1,500	h	Peón ordinario construcción.	18,18	27,27	
mo018	0,356	h	Oficial 1ª	22,18	7,90	
mo059	0,356	h	Ayudante	19,32	6,88	
WEFEWFFW	1,000		Motor persana	200,00	200,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	719,30	21,58	
			Suma la partida			740,90
			Costes indirectos		6,00%	44,45

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**785,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.02.07 **ud** **Ventana abatible 0.60x1,95m vidrio traslúcido**

Suministro y colocación de ventana abatible de aluminio lacado color gris metalizado, de 0,60 × 1,95 m, con perfil europeo de rotura de puente térmico (RPT) y acristalamiento traslúcido tipo 4/12/4, formado por vidrio laminado o templado 4+4 mm exterior con tratamiento ácido (mateado al ácido, translúcido blanco), cámara deshidratada de 12 mm con gas argón, y vidrio interior 4 mm incoloro, conforme a UNE-EN 1279 y CTE DB-HE 1. La ventana incluirá bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura multipunto o cremona, maneta de aluminio, burletes de estanqueidad EPDM, y sellado perimetral con silicona neutra color aluminio o gris, compatible con el material soporte. El conjunto se entregará perfectamente nivelado, estanco y ajustado, con colocación de calzos de apoyo y anclajes mecánicos a obra, pruebas de apertura y limpieza final. Cumple con las exigencias del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-SUA (seguridad de uso y accesibilidad) y la norma UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales exteriores). Incluye (marco, hoja, herrajes, burletes, acristalamiento traslúcido, silicona, anclajes), mano de obra completa de montaje, ajuste, limpieza final y se-

WQQW	1,380	m²	Carpintería de aluminio lacado con	180,00	248,40
VVWVS	1,380	m²	Acristalamiento doble 4/12/4 incoloro bajo emisivo	85,00	117,30
mo055	2,000	h	Oficial 1ª cristalero.	22,18	44,36
mo110	2,000	h	Ayudante cristalero.	19,32	38,64
WFQFQ	1,000	ud	Herrajes inox (bisagras, cremona, maneta, burletes EPDM)	10,00	10,00
FEFWEF	1,000	ud	Sellado perimetral con silicona neutra y calzos de apoyo	10,00	10,00
			Suma la partida		468,70
			Costes indirectos	6,00%	28,12
			TOTAL PARTIDA		**496,82**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

08.02.08 **m** **Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,20 m**

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,20 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Inluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.

mt21vtt010f	2,200	m²	Vidrio templado,de 12 mm	115,00	253,00
mt21vva015a	0,290	u	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A	7,00	2,03
mo055	2,000	h	Oficial 1ª cristalero.	22,18	44,36
mo110	2,000	h	Ayudante cristalero.	19,32	38,64
ERGRGR	1,000		Carpinteria metalica	150,00	150,00
ERGEBERG	1,000		Herrajes, bisagras, cerres y juntas	70,00	70,00
CAMGRRUA6T	0,200	h	Camión grúa 6 t	49,36	9,87
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	567,90	17,04
			Suma la partida		584,94
			Costes indirectos	6,00%	35,10
			TOTAL PARTIDA		**620,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

08.02.09 **m²** **Fachada ventilada sobre edificio existente**

Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm de espesor, núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad aproximada 40 kg/m³, y chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm de espesor. Los paneles se fijarán sobre subestructura galvanizada de 35 mm de espesor formada por perfiles tipo omega o “Z”, anclada al paramento existente mediante ta-

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			cos químicos, varillas roscadas y resina epoxi o anclajes mecánicos, según la naturaleza del soporte. Se conformará una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior, asegurando una ventilación neta = 1/500 de la superficie proyectada. Los paneles se montarán con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o cincado, provista de arandelas de estanqueidad EPDM, y bandas butílicas en testas y solapes para garantizar la estanqueidad al aire y al agua. Se ejecutarán todos los remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco, en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección del sistema. Incluye replanteo previo en obra, cortes, encuentros, ajustes, colocación de piezas especiales, medios auxiliares, seguridad y salud, limpieza final y gestión de residuos, dejando el cerramiento perfectamente alineado, estanco, ventilado y con			
AHATH	1,000	m²	Panel 50 mm	65,00	65,00	
EVRBE	1,000	m²	Subestructura galvanizada	35,00	35,00	
DFJNDFJM	1,000	ud	Anclaje paramento	2,50	2,50	
EFWGG	1,000	ud	Banda butílica	1,70	1,70	
mo113	1,000	h	Peón ordinario construcción.	18,18	18,18	
mo101	1,000	h	Ayudante montador de aislamientos.	19,32	19,32	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	141,70	4,25	
			Suma la partida			145,95
			Costes indirectos	6,00%		8,76
			TOTAL PARTIDA			**154,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

08.02.10		**m²**	**Fachada ventilada sobre edificio nuevo**

Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio, 0,5–0,6 mm, núcleo aislante rígido PUR/PIR (densidad ˜ 40 kg/m³) y chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm. Instalación directa sobre la estructura metálica o correas previstas en proyecto, sin subestructura adicional, conformando cámara ventilada continua con rejillas microperforadas antipájaros inferior y superior, garantizando ventilación neta mínima = 1/500 de la superficie de fachada. Juntas transversales y longitudinales selladas con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad frente a lluvia, viento y condensaciones. Fijación mecánica con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o acero cincado con recubrimiento anticorrosivo, con arandelas EPDM, conforme a especificaciones del fabricante y CTE DB-SE-AE (succión de viento). Ejecución de remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, plegado mínimo 40 mm, asegurando protección de cantos, continuidad estética y ventilación del sistema. Incluye: replanteo, cortes, encuentros, ajustes, piezas especiales, medios auxiliares y limpieza final, dejando el cerramiento alineado, estanco, ventilado y acabado uniforme en color blanco (RAL 9010 o similar).

AHATH	1,000	m²	Panel 50 mm	65,00	65,00	
DFJNDFJM	1,000	ud	Anclaje paramento	2,50	2,50	
EFWGG	1,000	ud	Banda butílica	1,70	1,70	
mo113	1,500	h	Peón ordinario construcción.	18,18	27,27	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	96,50	2,90	
			Suma la partida			99,37
			Costes indirectos	6,00%		5,96
			TOTAL PARTIDA			**105,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

08.02.11		**m²**	**Trasdosado interior**

Ejecución de trasdosado interior autoportante mediante estructura metálica galvanizada formada por montantes 48/70 mm a 600 mm de separación, anclados a canales perimetrales fijados a suelo y techo. Entre montantes se colocará aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y densidad 30–40 kg/m³, con velo negro acústico. Cierre interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, fijada con tornillería autorroscante a la estructura metálica. Ejecución de juntas tratadas con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie perfectamente lisa. Sellado perimetral con masilla o silicona acústica en encuentros con forjados, cerramientos o carpinterías, así como remates en huecos y rincones. Una vez seco y lijado el paramento, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca lisa, lavable. Incluye suministro y colocación de todos los materiales, perfilería galvanizada, placas de yeso laminado, aislamiento de lana mineral, tornillería, cintas y pastas de juntas, selladores, imprimación, pintura, medios auxiliares, replanteo, seguridad y limpieza

SWBHER	1,050	m²	Placa de yeso	5,50	5,78	
EFGWEG	1,000	m²	Montantes 48/70 mm + canales galvanizados	6,80	6,80	
SSB	1,000	m²	Lana de roca 40 mm (30–40 kg/m³)	5,80	5,80	
SWERGW	1,000	ud	Tornillería, cintas y pasta de juntas	3,10	3,10	
mo018	0,500	h	Oficial 1ª	22,18	11,09	
mo059	0,800	h	Ayudante	19,32	15,46	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
FBBDB	1,000	m²	Sellados perimetrales y remateS	1,70	1,70	
SGWEGW	1,000	m²	Pintura blanca lisa lavable	6,00	6,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	55,70	1,67	
			Suma la partida			57,40
			Costes indirectos		6,00%	3,44
			TOTAL PARTIDA			**60,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08.02.12 **m²** **Acondiconamiento cubierta edificio existente**

Acondiconamiento integral de la cubierta plana no transitable del edificio existente, tras la demolición del acabado anterior, incluyendo la limpieza, regularización y preparación de la superficie de soporte para la aplicación del nuevo sistema de impermeabilización y acabado. Ejecución de impermeabilización bicapa compuesta por primera capa de imprimación bituminosa en frío, tipo emulsión asfáltica y segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre el soporte. Sobre la impermeabilización se colocará una capa de protección pesada mediante grava lavada ("chino rodado") de 30–40 mm de diámetro y espesor 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana impermeabilizante frente a radiación solar y punzonamiento. Formación de petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, con altura aproximada de 10–15 cm, para contención de la grava y evitar su caída hacia la fachada ventilada. Se dispondrán piezas de remate metálico o vierteaguas galvanizado/lacado sobre el peto, garantizando la evacuación superficial del agua y evitando filtraciones. En los puntos bajos se dispondrán sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando una correcta evacuación de aguas. Incluye limpieza de soporte, formación de pendientes locales (si procede), imprimación, impermeabilización, geotextil, grava, petos, remates, drenajes, sellados, medios auxiliares, seguridad y gestión de

SSSB	1,000	m²	Limpieza y regularización de soporte	2,50	2,50	
WGHEH	1,000	m²	Imprimación bituminosa base disolvente	3,00	3,00	
RBHRBN	1,000	m²	Lámina impermeabilizante LBM (SBS) 4 kg/m²	9,50	9,50	
GWGG	1,000	m²	Geotextil filtrante PP 150 g/m²	3,00	3,00	
DFBNDFN	1,000	m²	Grava lavada 30–40 mm (espesor 5 cm)	6,50	6,50	
DFNDBN	0,150	m²	Peto perimetral ladrillo macizo + mortero M-5	60,00	9,00	
mo018	1,000	h	Oficial 1ª	22,18	22,18	
mo059	1,500	h	Ayudante	19,32	28,98	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	84,70	2,54	
			Suma la partida			87,20
			Costes indirectos		6,00%	5,23
			TOTAL PARTIDA			**92,43**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS

APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA

ACOM **ud** **Acometida de agua potable**

Acometida desde la red general de abastecimiento de agua hasta contador general según prescripciones de EMAYA, incluso obra de albañilería para conexión tanto a la red de abastecimiento, como a contador ubicado en armario incluso accesorios de conexión. Medida la longitud ejecutada, conexionada y probada según indicaciones de la

EHHET	1,000	ud	Acometida de agua potable	624,00	624,00	
			Suma la partida			624,00
			Costes indirectos		6,00%	37,44
			TOTAL PARTIDA			**661,44**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

AFS50PE **m** **Tubería PE 100 ALTA DENSIDAD, SDR 11, PN 16 - D=50 UNE EN 12201**

Tubería fabricada en PE 100 RC, multicapa para conducciones de agua a presión. Capa externa en color negro con bandas azules, altamente resistente a la fisuración y al punzonamiento y capa interna en color azul con aditivo antimicrobiano, resistente a los procesos de desinfección y protección anti-incrustaciones, SDR 11, PN 16 de diá-

000WS160SVV	1,000	m	Tubo ABN // DISTRI WATER SLIDE RD SDR11 PN16 50x4.6	4,59	4,59	
MO01	0,043	mo02	Oficial 1ª Instalador	22,18	0,95	
MO02	0,043	H	Capataz de obra.	26,93	1,16	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	6,70	0,20	
			Suma la partida			6,90
			Costes indirectos		6,00%	0,41
			TOTAL PARTIDA			**7,31**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET

AFS25		**m**	**TUBO POLIPROPILENO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8**			
			Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos,			
910CTF0402500	1,000	m	TUBO PPR-CT Fusion Serie 4/SDR 9 25x2,8	1,60	1,60	
96C0250900000	0,400	ud	CODO PP 25-90º	0,72	0,29	
96T0250000000	0,240	ud	TE PP 25	0,82	0,20	
96TR025020020	0,220	ud	TE REDUCIDA PP 25-20-20	1,10	0,24	
MOOF1FONT	0,190	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	4,21	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	6,50	0,20	
			Suma la partida			6,74
			Costes indirectos		6,00%	0,40
			TOTAL PARTIDA			**7,14**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

ACS25AISL		**m**	**TUBO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8 AISLADA**			
			Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108, con aislamiento flexible tipo armaflex			
910CTF0402500	1,000	m	TUBO PPR-CT Fusion Serie 4/SDR 9 25x2,8	1,60	1,60	
96C0250900000	0,400	ud	CODO PP 25-90º	0,72	0,29	
96T0250000000	0,240	ud	TE PP 25	0,82	0,20	
96TR025020020	0,220	ud	TE REDUCIDA PP 25-20-20	1,10	0,24	
SH-24X025	1,000	m	SH/Armaflex coquilla de 24mm de espesor	6,97	6,97	
MOOF1FONT	0,070	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	1,55	
MOOF2FONT	0,070	h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	19,88	1,39	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	12,20	0,37	
			Suma la partida			12,61
			Costes indirectos		6,00%	0,76
			TOTAL PARTIDA			**13,37**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES

V.CORTEASEO-R		**ud**	**Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no desmontable, roja**			
			Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada PN40 con mando palanca color Rojo			
WEWW	1,000	Ud	Válv. corte ARCO modelo TURIA PN 40	7,92	7,92	
MOOF1FONT	0,200	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	4,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	12,40	0,37	
			Suma la partida			12,73
			Costes indirectos		6,00%	0,76
			TOTAL PARTIDA			**13,49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

V.CORTEASEO-A		**ud**	**Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no demsontable, azul**			
			Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada con mando palanca color azul.			
B120708	1,000	Ud	Válvula de corte ARCO modelo TURIA PN 40	8,52	8,52	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
MOOF1FONT	0,200	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	4,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	13,00	0,39	
			Suma la partida			13,35
			Costes indirectos		6,00%	0,80
			TOTAL PARTIDA			**14,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

I INODORO **ud** **Instalación de inodoro mediante tubería multicapa**

Instalación de fontanería para un inodoro realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

MOOF1FONT	0,250	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	5,55	
1033106	5,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	15,25	
1008679	2,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	11,26	
1008719	0,300	u	Colector cónico 25/20x16x16	9,66	2,90	
NOV76MAC	1,000	u	Válvula de escuadra 1/2x3/8	5,31	5,31	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	40,30	1,21	
			Suma la partida			41,48
			Costes indirectos		6,00%	2,49
			TOTAL PARTIDA			**43,97**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

I LAVABO **ud** **Instalación lavabo mediante tuberia multicapa**

Instalación de fontanería para un lavabo realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

MOOF1FONT	0,250	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	5,55	
1033106	5,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	15,25	
1033105	5,000	m	Tubo polietineno ret. 16x1.8-R con funda forroplast empotrado	3,05	15,25	
1008679	2,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	11,26	
1008719	0,330	u	Colector cónico 25/20x16x16	9,66	3,19	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	50,50	1,52	
			Suma la partida			52,02
			Costes indirectos		6,00%	3,12
			TOTAL PARTIDA			**55,14**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

I URINARIO **ud** **Instalación de urinario mediante tubería multicapa**

Instalación de fontanería para un urinario realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente,

MOOF1FONT	0,400	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	8,87	
1033106	5,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	15,25	
1008679	2,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	11,26	
NOV76MAC	1,000	u	Válvula de escuadra 1/2x3/8	5,31	5,31	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	40,70	1,22	
			Suma la partida			41,91
			Costes indirectos		6,00%	2,51
			TOTAL PARTIDA			**44,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
I FREGADERO		**ud**	**Instalación de fregadero mediante tubería PEX**			
			Instalación de fontanería para un fregadero realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.			
MOOF1FONT	0,500	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	11,09	
1033106	5,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	15,25	
1033105	5,000	m	Tubo polietineno ret. 16x1.8-R con funda forroplast empotrado	3,05	15,25	
1008679	2,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	11,26	
PLACFIJ	1,000	u	Placa de fijación	3,65	3,65	
NOV76MAC	2,000	u	Válvula de escuadra 1/2x3/8	5,31	10,62	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	67,10	2,01	
			Suma la partida			69,13
			Costes indirectos		6,00%	4,15
			TOTAL PARTIDA			**73,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

I LAVA		**ud**	**Instalación de lavajillas/lavadora mediante tubería PEX**			
			Instalación de fontanería para un lavavajillas/lavadora realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni			
MOOF1FONT	0,500	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	11,09	
1033106	5,000	m	Tubo polietileno ret. 16x1.8-A con funda forrolplast empotrado.	3,05	15,25	
1008679	2,000	u	Codo base fijación hembra 16x1/2"	5,63	11,26	
NOV76MAC	1,000	u	Válvula de escuadra 1/2x3/8	5,31	5,31	
PLACFIJ	1,000	u	Placa de fijación	3,65	3,65	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	46,60	1,40	
			Suma la partida			47,96
			Costes indirectos		6,00%	2,88
			TOTAL PARTIDA			**50,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS

C110110		**ud**	**Bomba para circulación Yonos PICO 25/1-8-130**			
			Sumninistro e instalación de bomba estándar de alta eficiencia de rotor húmedo de la marca WILO modelo Yonos			
...BWLVDVW	1,000	ud	Bomba	377,50	377,50	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	377,50	11,33	
MOOF1FONT	2,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	44,36	
			Suma la partida			433,19
			Costes indirectos		6,00%	25,99
			TOTAL PARTIDA			**459,18**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

C110111		**ud**	**Válvula mezcladora termostática para ACS**			
			Suministro e instalación de válvula termostática para ACS de la marca SEDICAL modelo VMT 3/4"o similar. Total-			
...VMT1EBVEB	1,000	ud	Valvula mezcladora	575,12	575,12	
MOOF1FONT	2,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	44,36	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	619,50	18,59	
			Suma la partida			638,07
			Costes indirectos		6,00%	38,28
			TOTAL PARTIDA			**676,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C110112		**ud**	**Termostato de vaina para tubería**			
			Suministro y montaje de termostato. Totalmente montado y funcionando.			
..TTOBEBE	1,000	ud	Termostato	12,18	12,18	
MOOF1FONT	0,200	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	4,44	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	16,60	0,50	
			Suma la partida			17,12
			Costes indirectos		6,00%	1,03
			TOTAL PARTIDA			**18,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

C110113		**ud**	**Manómetro**			
			Manómetro en baño de glicerina con una válvula bola de 1/2" y latiguillo, incluso montaje.			
IM331	1,000	u	MANOMETRO VERTICAL	30,90	30,90	
AA03657	1,000	u	VALVULA BOLA 1/2"	4,13	4,13	
MOOF1FONT	0,311	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	6,90	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	41,90	1,26	
			Suma la partida			43,19
			Costes indirectos		6,00%	2,59
			TOTAL PARTIDA			**45,78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

C110114		**ud**	**Termómetro de esfera**			
			Termometro de esfera, con su correspondiente caña.			
IM02108	1,000	u	TERMOMETRO VERTICAL ESFERA 1/2"	23,94	23,94	
MOOF1FONT	0,311	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	6,90	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	30,80	0,92	
			Suma la partida			31,76
			Costes indirectos		6,00%	1,91
			TOTAL PARTIDA			**33,67**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

C110115		**ud**	**Válvula de esfera Ø3/4", aislada y forrada**			
			Válvula de bola de latón de Ø1"mm de diámetro PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego			
AA03635	1,000	u	Válvula de bola de latón Ø1"	9,94	9,94	
MOOF1FONT	0,311	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	6,90	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	16,80	0,50	
			Suma la partida			17,34
			Costes indirectos		6,00%	1,04
			TOTAL PARTIDA			**18,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

C110116		**ud**	**Válvula de retención Ø3/4"**			
			Válvula de retención Ø1" con rosca y cierre metálico. Totalmente instalada.			
AA05142	1,000	u	Vávula de clapeta Ø3/4" cierre metal c/rosca	6,02	6,02	
AL04609	0,050	m2	Aislamiento con exterior de aluminio e.50mm	121,58	6,08	
MOOF1FONT	0,388	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	8,61	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	20,70	0,62	
			Suma la partida			21,33
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA			**22,61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C110117		**ud**	**Filtro de malla metálico Ø32, c/rosca, asilado y forrado**			
			Filtro de malla metálico, aislado según RITE y tubería que intercepta. Totalmente instalado.			
AA08064	1,000	u	Filtro c/rosca Ø1"	8,07	8,07	
MOOF1FONT	0,311	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	6,90	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	15,00	0,45	
			Suma la partida			15,42
			Costes indirectos		6,00%	0,93
			TOTAL PARTIDA			**16,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

C110118		**ud**	**Grifos de desagüe Ø3/4"**			
			Grifo de desagüe conducido. Se incluye, embudo de desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de			
AA03668	1,000	u	Válvula de bola c/ racor manguera	1,71	1,71	
MOOF1FONT	0,388	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	8,61	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	10,30	0,31	
			Suma la partida			10,63
			Costes indirectos		6,00%	0,64
			TOTAL PARTIDA			**11,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

C110119		**ud**	**Purgador automático, 1 válvula**			
			Purgador automático de aire con una válvula de bola de Ø3/4" situados en todos los puntos altos de la instalación y de los depósitos de ACS para la correcta evacuación del aire de la instalación. Incluida llave de corte. Totalmen-			
AB050	1,000	u	Purgador automático	49,41	49,41	
AA03634	1,000	u	Valvula de bola laton 3/4"	1,67	1,67	
MOOF1FONT	0,388	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	8,61	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	59,70	1,79	
			Suma la partida			61,48
			Costes indirectos		6,00%	3,69
			TOTAL PARTIDA			**65,17**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

C110120		**ud**	**Válvula de seguridad Ø1 1/4" 8 bar**			
			Válvula de seguridad conducida de Ø1 1/4" presión de tarado 8 bar. Se incluye: embudo desagüe de descarga vi-			
HH-1-14	1,000	u	VALV. SEGURIDAD 1 1/4" CONDUCIDA	35,31	35,31	
MOOF1FONT	0,778	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	17,26	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	52,60	1,58	
			Suma la partida			54,15
			Costes indirectos		6,00%	3,25
			TOTAL PARTIDA			**57,40**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

S110101		**ud**	**Bomba de calor aire/agua para ACS**			
			Bomba de calor aire/agua para ACS. Marca Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar: Dimensiones:1860xD.650 Material del calentador: Acero inoxidable Aislamiento: Poliuretano de alta densidad 50mm. Tª.max. adm. 80ºC Presión máx. de operación: 7bar Potencia BC. 700W Energía térmica proporcionada: 1.800W SCOP dhw (EN16147) clima medio/calido/frio 3.09/3.69/2.63 Cantidad de agua útil a 40ºC: 315 litros Tiempo de calentamiento: 06:29 Longitud máxima del conducto: 46 m.			
TTDC	1,000	u	ATW-ACS-DV300	4.512,36	4.512,36	
MOOF1FONT	4,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	88,72	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4.601,10	138,03	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida			4.739,11
			Costes indirectos		6,00%	284,35
			TOTAL PARTIDA			**5.023,46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

S110103		**ud**	**Vaso de expansión para circuito ACS**			
			Suministro e instalación de vaso de expansión para circuito de ACS de la marca SEDICAL modelo Refix DD 12 o			
DD12	1,000	u	VASO DE EXPANSIÓN DD12	205,40	205,40	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	205,40	6,16	
MOOF1FONT	2,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	44,36	
			Suma la partida			255,92
			Costes indirectos		6,00%	15,36
			TOTAL PARTIDA			**271,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS

GRIF-LAV		**ud**	**Mezclador temporizado para lavabo**			
			Suministro y colocación de grifo temporizado ecológico mezclador de 1/2" de diámetro, para instalación mural con cuerpo de latón cromado. Cierre automático a los 10 s. Con regulador de caudal de 6l/min. ahorro de agua 33%, modelo PRESTO ARTE CM, ref. 66900 de la empresa PRESTO IBERICA o similar, totalmente equipado, instalado			
PPRE66900	1,000	u	PRESTO ARTE CM grifo	533,80	533,80	
MOOF1FONT	0,500	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	11,09	
%003	3,000	%	Medios Auxiliares	544,90	16,35	
			Suma la partida			561,24
			Costes indirectos		6,00%	33,67
			TOTAL PARTIDA			**594,91**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

CER-LAV		**ud**	**Lavabo de porcelana sobre encimera**			
			Lavabo de porcelana sobre encimera, de la marca VALLADARES, modelo RECIFE o similar. Incluye sifón cilíndri-			
78761BL2	1,000	ud	LAVABO VALLADARES mod.RECIFE	80,00	80,00	
ABSIF03	1,000	u	SIFÓN CILÍNDRICO CROMADO	36,50	36,50	
ABVK01	1,000	u	VÁLVULA CLIC-CLAC CROMADA	20,50	20,50	
MOOF1FONT	0,500	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	11,09	
%	3,000	%	Medios Auxiliares	148,10	4,44	
			Suma la partida			152,53
			Costes indirectos		6,00%	9,15
			TOTAL PARTIDA			**161,68**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y UN EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CER-INOD		**ud**	**Inodoro suspendido con salida a pared (minusválidos)**			
			Inodoro suspendido con salida a pared, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar (minusválidos), inluye ta-			
34630300S	1,000	ud	Inodoro suspendido EGG SUSPENDIDO	327,00	327,00	
MOOF1FONT	1,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	22,18	
89009600	1,000	ud	PL-2 DUAL. Placa de accionamiento con descarga	71,90	71,90	
89009000	1,000	ud	DUPLO WC. Estructura empotrable con cisterna de doble descarga	220,00	220,00	
55150200	1,000	ud	Kit de fijación	19,90	19,90	
50268005	1,000	ud	Tapa para inodoro suspendido termo con bisagraas	80,00	80,00	
			Suma la partida			740,98
			Costes indirectos		6,00%	44,46
			TOTAL PARTIDA			**785,44**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y CUATRO

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CÉNTIMOS						
CER-INOD 2		**ud**	**Inodoro suspendido con salida a a pared**			
			Inodoro suspendido con tanque integrado, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar tank in tank, suspendi-			
893301000	1,000	ud	Inodoro MERIDIAM IN TANK	1.100,00	1.100,00	
MOOF1FONT	1,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	22,18	
%	3,000	%	Medios Auxiliares	1.122,20	33,67	
			Suma la partida			1.155,85
			Costes indirectos		6,00%	69,35
			TOTAL PARTIDA			**1.225,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS

BSDGVBSB		**m**	**Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110, enterrada**			
			Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empal-			
TUBEVAC110	1,000	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø110	5,66	5,66	
MOOF1FONT	0,100	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	2,22	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	7,90	0,24	
			Suma la partida			8,12
			Costes indirectos		6,00%	0,49
			TOTAL PARTIDA			**8,61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

SDBN		**m**	**Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø125, enterrada**			
			Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empal-			
TUBEVAC125	1,100	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø125	12,93	14,22	
MOOF1FONT	0,100	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	2,22	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	16,40	0,49	
			Suma la partida			16,93
			Costes indirectos		6,00%	1,02
			TOTAL PARTIDA			**17,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SBBN		**ud**	**Acometida a Red Municipal**			
			Conexión de saneamiento desde red interior de saneamiento a la red general municipal, incluido pozo de bloqueo previo a la conexión de la red interior a la red general de saneamiento, ejecución de pozo, pagos a la compañía EMAYA, incluso proyecto y legalización de saneamiento. Según normas del ayuntamiento. Totalmente y funcio-			
LOUIHHJL	1,000	ud	Acometida a red Municipal	1.680,00	1.680,00	
			Suma la partida			1.680,00
			Costes indirectos		6,00%	100,80
			TOTAL PARTIDA			**1.780,80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS OCHENTA EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

HEHEE		**PA**	**Bajada pluvial desde cubierta**			
			Suministro y colocación de bajante pluvial de PVC evacuación serie B de Ø110 mm, oculta en el interior del tabique, con salida desde el sumidero de cubierta y conexión al drenaje exterior situado a pie de fachada. Incluye codos, accesorios, fijaciones, tramo horizontal de enlace hasta la red existente, y todos los trabajos necesarios para su instalación completa, como perforaciones, sellados, pruebas de estanqueidad y limpieza final. Bajante ejecutada con una altura aproximada de 3,25 m y conexión exterior, completamente instalada, estanca y en servicio, conforme a CTE DB-HS 5.			
GWRBBBW	1,000		Bajada pluvial desde cubierta	400,00	400,00	
			Suma la partida			400,00
			Costes indirectos		6,00%	24,00
			TOTAL PARTIDA			**424,00**

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS

APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS

LAVABO		**ud**	**Conexionado de lavabo**			
			Instalación Suministro y montaje de válvula cromada y sifón sencillo curvo ø 40 mm. con tubo rebosadero y tapón para lavabo, y conexión a red de desagües. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, bote sifónico, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relaciona-			
B-30C3-A	1,000	u	Sifón sencillo curvos Ø40	5,31	5,31	
VAI	1,000	u	Válvula de aireación 1 1/2	4,27	4,27	
B-96M-40	1,000	u	Codo macho-hembra 1 1/2	0,90	0,90	
B-101-40	1,000	u	Plafón embellecedor para tubos Ø90	0,34	0,34	
B-102-40	1,000	u	Alargadera lisa PVC Ø90	1,17	1,17	
B-516-70	1,000	u	Junta blanca para instalación entre válvula y lavabo o fregadero	0,36	0,36	
B-517-70	1,000	u	Junta negra para instalación por debajo del fregadero o lavabo	0,41	0,41	
TC-40-3-B	2,000	ml	Tubería PVC blanca Ø90	2,27	4,54	
CH-88-B	1,000	u	Codo macho-hembra 87º 30' Ø90	1,39	1,39	
B-S-AR	0,500	u	Bote sifónico	25,57	12,79	
MOOF1FONT	0,200	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	4,44	
			Suma la partida			35,92
			Costes indirectos	6,00%		2,16
			TOTAL PARTIDA			**38,08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

CONDENSADOS		**ud**	**Desagüe condensados climatización**			
			Suministro y colocación de desagüe de condensados para máquinas de climatización, con tubo de PVC Ø32mm. Incluye ppde piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño materail auxiliar.			
TC-32-3-B	6,000	ml	Tubería de PVC blanca Ø32mm	1,64	9,84	
MOOF1FONT	1,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	22,18	
%	3,000	%	Medios Auxiliares	32,00	0,96	
PEQUE	1,500	u	Pequeño material	1,25	1,88	
			Suma la partida			34,86
			Costes indirectos	6,00%		2,09
			TOTAL PARTIDA			**36,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

INODORO HAB		**ud**	**Conexionado inodoro**			
			Conexionado de WC con tubo PVC ø 110 a colector general. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, collarin corta fuegos, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
70442134	1,000	u	Collarín cortafuego Ø110	59,93	59,93	
QW-17	1,000	u	Junta labiada para manguito inodoro	1,63	1,63	
QW-13	1,000	u	Salida de inodoro Ø110	4,35	4,35	
CV-44	1,000	u	Codo hembra-hembra 45ºØ110	7,46	7,46	
TUBEVAC110	0,500	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø110	5,66	2,83	
BV-14	1,000	u	Injerto macho-hembra 45º Ø110	6,82	6,82	
MOOF1FONT	0,500	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	11,09	
			Suma la partida			94,11
			Costes indirectos	6,00%		5,65
			TOTAL PARTIDA			**99,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CURINARIO		**ud**	**Conexionado urinario**			
			Suministro e instalación de sumidero de desagüe, con tubo de PVC Ø40mm. Incluye piezas de unión, fijación deri-			
B-3C-A	1,000	u	Sifón sencillo botella corto con válvula extensible, 1 1/2	5,04	5,04	
VAI	1,000	u	Válvula de aireación 1 1/2	4,27	4,27	
B-96M-40	1,000	u	Codo macho-hembra 1 1/2	0,90	0,90	
B-101-40	1,000	u	Plafón embellecedor para tubos Ø90	0,34	0,34	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
B-102-40	1,000	u	Alargadera lisa PVC Ø90	1,17	1,17	
B-516-70	1,000	u	Junta blanca para instalación entre válvula y lavabo o fregadero	0,36	0,36	
B-517-70	1,000	u	Junta negra para instalación por debajo del fregadero o lavabo	0,41	0,41	
TC-40-3-B	1,000	ml	Tubería PVC blanca Ø90	2,27	2,27	
CH-88-B	1,000	u	Codo macho-hembra 87º 30' Ø90	1,39	1,39	
MOOF1FONT	0,300	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	6,65	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	22,80	0,68	
			Suma la partida			23,48
			Costes indirectos		6,00%	1,41
			TOTAL PARTIDA			**24,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN

EDE0503 **ud** **Extractor para aseos y vestuarios**

Suministro y montaje de extractores de Baño Serie SILENT. SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE o similar. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro con luz piloto, compuerta, temporizador 1-30min, detector de presencia y rodamiento a bolas, IP45, Clase II, con protector térmico, para trabajar a temperaturas de hasta 40ºC, de color WHI-

PSYPMP455324V	1,000	u	SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE	127,57	127,57	
MOOF1FONT	2,000	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	44,36	
MOOF2FONT	2,000	h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	19,88	39,76	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	211,70	6,35	
			Suma la partida			218,04
			Costes indirectos		6,00%	13,08
			TOTAL PARTIDA			**231,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS

COL110 **m** **Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110 colgada**

Suministro y colocación de tubería para colector horizontal, con abrazaderas isofónica, y collarines cortafuegos. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

TUBEVAC110	1,000	m	Tubo de evacuación UNE-EN 1453 con junta pegada Ø110	5,66	5,66	
MOOF1FONT	0,150	h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	22,18	3,33	
7004351	1,000	u	Abrazadera isofónica Ø110 para atornillar	4,58	4,58	
2135215	0,100	ud	Conexión de bajante registrable 87º 30'	12,33	1,23	
7000256	0,100	u	Injerto con reducción Ø160/Ø110	37,02	3,70	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	18,50	0,56	
			Suma la partida			19,06
			Costes indirectos		6,00%	1,14
			TOTAL PARTIDA			**20,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

GWGWEG **ud** **Sombrerete de ventilación metálico 30x30 cm**

Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 30×30 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y

SVSVB	1,000	ud	Sum. e intalación sombrerete 30x30	95,00	95,00	
			Suma la partida			95,00
			Costes indirectos		6,00%	5,70
			TOTAL PARTIDA			**100,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

WSEGWRGERG **ud** **Sombrerete de ventilación metálico 20×20 cm**

Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 20×20 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y

SGERERHERH	1,000	ud	Sum. e instalación Sombrerete ventilación 20x20cm	70,00	70,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			70,00
			Costes indirectos		6,00%	4,20
			TOTAL PARTIDA.....			**74,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SDVSDV		**ud**	**Salida conductos aire cubierta**			
			Suministro y colocación de salida de conductos de aire en cubierta, tipo cuello de cisne, fabricada en chapa de acero galvanizado, compuesta por tramo curvo de conducto circular y base de apoyo y sellado para su correcta integración en la cubierta. La pieza permite la evacuación o toma de aire evitando la entrada directa de agua de lluvia y agentes atmosféricos, garantizando la continuidad del sistema de ventilación. Incluye fabricación en taller, fijación mecánica a la cubierta, sellado perimetral estanco, remates necesarios y adaptación al diámetro del conduc-			
SDVSVBS	1,000	ud	Sum. e intalación salida conductos cisne	200,00	200,00	
			Suma la partida.....			200,00
			Costes indirectos		6,00%	12,00
			TOTAL PARTIDA.....			**212,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DOCE EUROS

APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-			
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones	250,00	250,00	
			Suma la partida.....			250,00
			Costes indirectos		6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA.....			**265,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida.....			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA.....			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CAFETERIA

SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES

BAT CONT 1		**ud**	**CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES POR UD. PARA EDIF**			
			Centralización de contador trifásico de 63A. Incluye protección contra sobretensiones transitorias, del tipo I según norma UNE -EN 61643-11. Completamente terminada, dispuesta para dar servicio y ejecutada según normas de la			
ZZTIEMPO	1,000	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	40,36	
BAT	1,000	u	CONJUNTO PREFABRICADO CENTRALIZACIÓN	100,76	100,76	
%030	3,000	%	Medios auxiliares	141,10	4,23	
			Suma la partida.....			145,35
			Costes indirectos		6,00%	8,72
			TOTAL PARTIDA.....			**154,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SIETE CÉNTIMOS

1F5X25		**m**	**Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**
			Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAB1992112VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X25MM²	11,76	58,80	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	60,00	1,80	
			Suma la partida.....			61,82
			Costes indirectos		6,00%	3,71
			TOTAL PARTIDA.....			**65,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS DEPENDIENTES

ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS DEPENDIENTES

C.GENERAL — **ud** — **Cuadro Cafetería**

Armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 según UNE 20234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.
1 Ud. Int. Aut. IV/50 curva C
1 Ud. interruptor automático diferencial 4/40A/300mA
1 Ud. Interruptor automático diferencial de 2/40A/300mA
2 Ud. interruptor automático diferencial 2/40A/30mA
1 Ud. Int. Aut.IV/40A curva C (Climatización)
1 Ud. Int. Aut. I+N/25A curva C (Cocina Horno)
6 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (varios)
2 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (Alumbrados)
Contactores, minuteros, relojes y señalización, incluido

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de sec-

CPAK 12	1,000		Armario modular	1.200,00	1.200,00	
MOOF1Y2EL	16,000	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	645,76	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	1.845,80	55,37	
			Suma la partida.....			1.901,13
			Costes indirectos		6,00%	114,07
			TOTAL PARTIDA.....			**2.015,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL QUINCE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

7F3X1.5 — **m** — **Linea 2x1.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**

Línea 2X1.5 mm +T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

TUP2700162	1,000	%	TUBO PVC CORRUGADO -16 FORRADO	1,00	1,00	
CAB1656106	3,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	1,50	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	3,70	0,11	
			Suma la partida.....			3,83
			Costes indirectos		6,00%	0,23
			TOTAL PARTIDA.....			**4,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS

7F3X2.5 — **m** — **Linea 2x2.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**

Línea 2X2.5 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

TUP2700202	1,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	0,52	
MOOF1EL	0,030	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,67	
MOOF2EL	0,030	h	Peon electricista	18,18	0,55	
CAB1656107	3,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	3,75	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	5,50	0,17	
			Suma la partida.....			5,66
			Costes indirectos		6,00%	0,34

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**6,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS

1H5X10		**m**	**Línea 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Línea de 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor RZ1K(AS) Cu 0.6/1kV			
CAB1992110VDP	5,000	m	CABLE RZ1-K POLIOLEFINICA 1X10MM²	5,35	26,75	
UNE1251	2,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,16	
MOOF1Y2EL	0,030	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	1,21	
TUR53M50GR	1,000	m	TUBO REFORZADO PVC GRIS Ø 50 ENCHUF.	1,25	1,25	
UNE2244	2,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	0,08	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	29,50	0,89	
			Suma la partida			30,34
			Costes indirectos		6,00%	1,82
			TOTAL PARTIDA			**32,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

1F3X6		**m**	**Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
			Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.			
AISCR25	1,000	m	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø25MM	0,73	0,73	
MOOF1EL	0,010	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	0,22	
MOOF2EL	0,010	h	Peon electricista	18,18	0,18	
1992309VDP	1,000	m	CABLE RZ1-K Cu (AS) 0,6/1kV 3G6mm² Bobina	3,60	3,60	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	4,70	0,14	
			Suma la partida			4,87
			Costes indirectos		6,00%	0,29
			TOTAL PARTIDA			**5,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR PUNTOS

ELEMENTO EDE01040302 ASEOS

PL-1		**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
			Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
IDED88	0,154	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	0,15	
AISCR16	0,155	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	0,08	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	40,40	1,21	
			Suma la partida			41,61
			Costes indirectos		6,00%	2,50
			TOTAL PARTIDA			**44,11**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PL-2		**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**			
			Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
CAB1656106	27,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	13,50	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
TUP2700162	9,000	%	TUBO PVC CORRUGADO -16 FORRADO	1,00	9,00	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	54,00	1,62	
			Suma la partida			55,64
			Costes indirectos		6,00%	3,34
			TOTAL PARTIDA			**58,98**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA		ud	Punto de luz para emergencia			
			Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,200	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	8,07	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida			21,41
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA			**22,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

PL-DET		ud	Punto de luz activado con detector de presencia			
			Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
IDED88	1,000	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	1,00	
AISCR16	6,000	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	3,00	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG069740	1,000	u	DETECTOR GRIS IR ESTANCO 360	95,03	95,03	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	119,00	3,57	
			Suma la partida			122,59
			Costes indirectos		6,00%	7,36
			TOTAL PARTIDA			**129,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PE-16A		ud	Punto de enchufe de 16 A			
			Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
LEG775921	1,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V	4,36	4,36	
LEG777020	1,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR	2,41	2,41	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	22,50	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	55,90	1,68	
			Suma la partida			57,60
			Costes indirectos		6,00%	3,46
			TOTAL PARTIDA			**61,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
P.EXTR ASEO		**ud**	**Punto para extractor en aseo**			
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
CAB1656106	30,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	15,00	
LEG034275	0,150	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,20	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
ZZTIEMPO	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
			Suma la partida			40,96
			Costes indirectos		6,00%	2,46
			TOTAL PARTIDA			**43,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

PE-25A		**ud**	**Punto de enchufe 25 A-II.**			
			Punto de enchufe 25 A-II, UNE 20315-94. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
TUP2700252	8,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -25 FORRADO	0,68	5,44	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
CAB1656109	24,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1x6mm² 450/750V	3,58	85,92	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG055423	1,000	u	BASE 25A II+T 80X80MM C/PROTECCION	10,54	10,54	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	123,00	3,69	
			Suma la partida			126,72
			Costes indirectos		6,00%	7,60
			TOTAL PARTIDA			**134,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

PL		**ud**	**Punto de luz**			
			Punto de luz, cable, tubo y pp de cajas y pequeño material.			
IDED88	0,154	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	0,15	
AISCR16	0,155	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	0,08	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	30,00	0,90	
			Suma la partida			30,91
			Costes indirectos		6,00%	1,85
			TOTAL PARTIDA			**32,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA

PL-1		**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
			Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
IDED88	0,154	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	0,15	
AISCR16	0,155	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	0,08	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	40,40	1,21	
			Suma la partida			41,61
			Costes indirectos		6,00%	2,50

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**44,11**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PE-16A		**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
			Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
LEG775921	1,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V	4,36	4,36	
LEG777020	1,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR	2,41	2,41	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	22,50	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	55,90	1,68	
			Suma la partida			57,60
			Costes indirectos		6,00%	3,46
			TOTAL PARTIDA			**61,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PREV-TL		**ud**	**Previsión toma para teléfono (tubo+caja)**			
			Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).			
MOOF1Y2EL	0,300	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	12,11	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	18,00	0,54	
			Suma la partida			18,58
			Costes indirectos		6,00%	1,11
			TOTAL PARTIDA			**19,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

P-ORDENADOR		**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**			
			Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.			
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
CAB535304CC4P	15,000	m	CABLE DE DATOS CATEG.5E-FTP 4PR24AWG	1,52	22,80	
LEG775874	1,000	u	TOMA RJ45,CAT.5,STP	12,46	12,46	
LEG777075	1,000	ud	TAPA TOMA RJ45 BLANCO	4,22	4,22	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG777001	1,000	u	MARCO 1 ELEM.	2,50	2,50	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,800	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	32,29	
			Suma la partida			80,20
			Costes indirectos		6,00%	4,81
			TOTAL PARTIDA			**85,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS

EDE010501		**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**			
			Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y			
LXF9150XLPW	1,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless	127,20	127,20	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	129,20	3,88	
			Suma la partida			133,10
			Costes indirectos		6,00%	7,99
			TOTAL PARTIDA			**141,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010502 **ud** **Downlight empotrable**

Suministro e instalación de downlight empotrable redondo modelo KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH de la marca LAMP o similar. Reflector fabricado en policarbonato mate y marco en acabado blanco y lamina óptica. Disipador de aluminio inyectado. Modelo para LED COB con temperatura de color blanco cálido y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP40. Clase de aislamiento II. Totalmente instalado y funcio-

DLKRLAMP	1,000	u	KOMBIC 150 RD 2000 IP40 OPAL	111,30	111,30	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	131,50	3,95	
			Suma la partida			135,43
			Costes indirectos		6,00%	8,13
			TOTAL PARTIDA			**143,56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

EDE010503 **ud** **Tira flexible LED**

Suministro e instalación de tira flexible, modelo fine led de la marca LAMP. Modelo para LED MID POWER o similar, temperatura de color 3000K, CRI 80. Con un grado de protección IP20. Clase de aislamiento III. Horas de vida: 50.000 L70 B10. Se suministra en bobina de 5 metros y adhesivo 3M en la zona posterior. Estas tiras permiten el corte modular.

TL LAMP	1,000	ml	Tira flexible LED	4,50	4,50	
DIF LAMP	1,000	ml	Difusor de aluminio	9,20	9,20	
ACC LAMP	3,000	u	Fuente de alimentacióin 24 V 20 W	23,10	69,30	
MOOF1Y2EL	0,050	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	2,02	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	85,00	2,55	
			Suma la partida			87,57
			Costes indirectos		6,00%	5,25
			TOTAL PARTIDA			**92,82**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS

EQUIPOTENCIAL **ud** **Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias,**

Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias, agua fria, caliente y duchas.

TRIT64	6,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý6mm T-6-5	0,14	0,84	
CAB1656109	10,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1x6mm² 450/750V	3,58	35,80	
MOOF1Y2EL	0,050	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	2,02	
FIS3109	3,000	u	ABRAZADERA METALICA AM Ø18/20MM	0,35	1,05	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	39,70	1,19	
			Suma la partida			40,90
			Costes indirectos		6,00%	2,45
			TOTAL PARTIDA			**43,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

RED-T.TIERRA **ud** **Red lineal de cable para toma tierra Cu 35mm2 desnudo**

Red lineal cable para toma de tierra con conexión, a base de bornas inox. GDP-18 y cable CU 1x25 mm2.

CU1X35	0,909	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	48,27	
GDP-18INOX	0,010	u	GRAPA UNION ELECTRO-NIQUEL INOX GDP-18	9,53	0,10	
MOOF1Y2EL	0,100	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	4,04	
			Suma la partida			52,41
			Costes indirectos		6,00%	3,14

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**55,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

TT-1		**ud**	**Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**			
			Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora. El electrodo deberá ser de grafito de alto ren-			
UNE2244	3,000	u	BRIDA USO INTERIOR NEGRAI 4,8x18	0,04	0,12	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
HIMCTS2595	1,000	u	CAJA DE TIERRA	51,44	51,44	
QUI1Y070044	1,000	u	PICA TIERRA PT-1.5 ESTANDAR	9,82	9,82	
QUI1Y072006	1,000	u	BRIDA BPT P/PICA DE TIERRA ESTANDAR	2,39	2,39	
CU1X35	0,909	kg	CABLE DESNUDO 1X35, (0.303 g=1 m.)	53,10	48,27	
TRIT3510	2,000	u	TERMINAL CU P/PRESION Ý35mm T-35-10	0,29	0,58	
AISBGE32	3,000	m	TUBO AISCAN B BLINDADO GRIS ENCH.Ø32MM	2,88	8,64	
UNE1251	3,000	u	TACO A PRESIÓN NEGRO 8 PA 6	0,08	0,24	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	141,70	4,25	
			Suma la partida			145,93
			Costes indirectos		6,00%	8,76
			TOTAL PARTIDA			**154,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la do-			
			cumentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-			
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones	250,00	250,00	
			Suma la partida			250,00
			Costes indirectos		6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA			**265,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV TECNICOS

SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS TÉCNICOS

PL-DET		**ud**	**Punto de luz activado con detector de presencia**			
			Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
IDED88	1,000	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	1,00	
AISCR16	6,000	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	3,00	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG069740	1,000	u	DETECTOR GRIS IR ESTANCO 360	95,03	95,03	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	119,00	3,57	
			Suma la partida			122,59

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos	6,00%		7,36
			TOTAL PARTIDA.....			**129,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PL-2		**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**			
			Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
CAB1656106	27,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	13,50	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
TUP2700162	9,000	%	TUBO PVC CORRUGADO -16 FORRADO	1,00	9,00	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	54,00	1,62	
			Suma la partida.....			55,64
			Costes indirectos	6,00%		3,34
			TOTAL PARTIDA.....			**58,98**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PE-16A		**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
			Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
LEG775921	1,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V	4,36	4,36	
LEG777020	1,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR	2,41	2,41	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	22,50	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	55,90	1,68	
			Suma la partida.....			57,60
			Costes indirectos	6,00%		3,46
			TOTAL PARTIDA.....			**61,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA		**ud**	**Punto de luz para emergencia**			
			Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,200	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	8,07	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida.....			21,41
			Costes indirectos	6,00%		1,28
			TOTAL PARTIDA.....			**22,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EDE010501		**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**			
			Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y			
LXF9150XLPW	1,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless	127,20	127,20	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	129,20	3,88	
			Suma la partida			133,10
			Costes indirectos		6,00%	7,99
			TOTAL PARTIDA			**141,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010504		**ud**	**Luminarias almacen**			
			Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.			
PEIP65LED	1,000	u	Pantalla estanca Led 40W	62,50	62,50	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	82,70	2,48	
			Suma la partida			85,16
			Costes indirectos		6,00%	5,11
			TOTAL PARTIDA			**90,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

PREV-TL		**ud**	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)**			
			Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).			
MOOF1Y2EL	0,300	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	12,11	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	18,00	0,54	
			Suma la partida			18,58
			Costes indirectos		6,00%	1,11
			TOTAL PARTIDA			**19,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

P-ORDENADOR		**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**			
			Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.			
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
CAB535304CC4P	15,000	m	CABLE DE DATOS CATEG.5E-FTP 4PR24AWG	1,52	22,80	
LEG775874	1,000	u	TOMA RJ45,CAT.5,STP	12,46	12,46	
LEG777075	1,000	ud	TAPA TOMA RJ45 BLANCO	4,22	4,22	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG777001	1,000	u	MARCO 1 ELEM.	2,50	2,50	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,800	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	32,29	
			Suma la partida			80,20
			Costes indirectos		6,00%	4,81
			TOTAL PARTIDA			**85,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN

PL-DET		**ud**	**Punto de luz activado con detector de presencia**			
			Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
IDED88	1,000	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	1,00	
AISCR16	6,000	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	3,00	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG069740	1,000	u	DETECTOR GRIS IR ESTANCO 360	95,03	95,03	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	119,00	3,57	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida.....			122,59
			Costes indirectos		6,00%	7,36
			TOTAL PARTIDA.....			**129,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PL-1		**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
			Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
IDED88	0,154	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	0,15	
AISCR16	0,155	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	0,08	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	40,40	1,21	
			Suma la partida.....			41,61
			Costes indirectos		6,00%	2,50
			TOTAL PARTIDA.....			**44,11**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PE-16A		**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
			Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
LEG775921	1,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V	4,36	4,36	
LEG777020	1,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR	2,41	2,41	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V	1,25	22,50	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	55,90	1,68	
			Suma la partida.....			57,60
			Costes indirectos		6,00%	3,46
			TOTAL PARTIDA.....			**61,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA		**ud**	**Punto de luz para emergencia**			
			Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,200	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	8,07	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida.....			21,41
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA.....			**22,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EDE010501	**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**
		Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y			
LXF9150XLPW	1,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless	127,20	127,20	
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	1,11	
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista	18,18	0,91	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	129,20	3,88	
			Suma la partida			133,10
			Costes indirectos		6,00%	7,99
			TOTAL PARTIDA			**141,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010504		ud	Luminarias almacen			
			Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.			
PEIP65LED	1,000	u	Pantalla estanca Led 40W	62,50	62,50	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	82,70	2,48	
			Suma la partida			85,16
			Costes indirectos		6,00%	5,11
			TOTAL PARTIDA			**90,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO

PL-DET		ud	Punto de luz activado con detector de presencia			
			Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
IDED88	1,000	u	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL	1,00	1,00	
AISCR16	6,000	ud	TUBO CORRUGADO DOBLE CAPA Ø16MM	0,50	3,00	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR	2,40	2,40	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG069740	1,000	u	DETECTOR GRIS IR ESTANCO 360	95,03	95,03	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	119,00	3,57	
			Suma la partida			122,59
			Costes indirectos		6,00%	7,36
			TOTAL PARTIDA			**129,95**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PL-3		ud	Punto de luz de 1 encendida, 3 puntos			
			Punto de luz de 1 encendida,3 puntos. Marca y modelo a elegir según memória de calidades.			
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	
LEG775801	1,000	u	INTERRUPTOR 10AX/250V	5,71	5,71	
LEG777001	1,000	u	MARCO 1 ELEM.	2,50	2,50	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG777010	1,000	u	TECLA DE COLOR A ELEGIR	2,28	2,28	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
CAB1656106	36,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	18,00	
TUP2700162	12,000	%	TUBO PVC CORRUGADO -16 FORRADO	1,00	12,00	
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	20,18	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	61,60	1,85	
			Suma la partida			63,47
			Costes indirectos		6,00%	3,81
			TOTAL PARTIDA			**67,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA		ud	Punto de luz para emergencia			
			Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca	1,31	0,22	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
CAB1656106	18,000	u	CABLE ES 07Z1-K AS 1.5MM²	0,50	9,00	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,200	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	8,07	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	20,80	0,62	
			Suma la partida			21,41
			Costes indirectos		6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA			**22,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EDE010501		**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**
			Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.
LXF9150XLPW	1,000	u	Emergencia Zemper Xena Flat 150 wireless
MOOF1EL	0,050	h.	Oficial 1ª electricista
MOOF2EL	0,050	h	Peon electricista
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares

				127,20	127,20
				22,18	1,11
				18,18	0,91
				129,20	3,88
			Suma la partida		133,10
			Costes indirectos	6,00%	7,99
			TOTAL PARTIDA		**141,09**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010504		**ud**	**Luminarias almacen**
			Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.
PEIP65LED	1,000	u	Pantalla estanca Led 40W
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares

				62,50	62,50
				40,36	20,18
				82,70	2,48
			Suma la partida		85,16
			Costes indirectos	6,00%	5,11
			TOTAL PARTIDA		**90,27**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

PE-16A		**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**
			Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
LEG775921	1,000	u	TOMA 2P+T LAT. 16A/250V
LEG777020	1,000	ud	TAPA TOMA 2P+T COLOR A ELEGIR
LEG771001	1,000	u	MARCO 1 ELEMENTO COLOR A ELEGIR
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca
MOOF1Y2EL	0,500	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares

				4,36	4,36
				2,41	2,41
				2,40	2,40
				1,25	22,50
				1,31	0,22
				40,36	20,18
				0,52	3,12
				2,50	0,38
				0,35	0,35
				55,90	1,68
			Suma la partida		57,60
			Costes indirectos	6,00%	3,46
			TOTAL PARTIDA		**61,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PMOTORVENT		**ud**	**Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas**
			Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas
CAB1656107	18,000	m	CABLE H07Z1-K AS 1X2.5mm² 450/750V
LEG034275	0,167	u	REGLETA CONEXION 4mm2 Blanca

				1,25	22,50
				1,31	0,22

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
TUP2700202	6,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	3,12	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
MOOF1EL	0,500	h.	Oficial 1ª electricista	22,18	11,09	
MOOF2EL	0,500	h	Peon electricista	18,18	9,09	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	46,80	1,40	
			Suma la partida			48,15
			Costes indirectos		6,00%	2,89
			TOTAL PARTIDA			**51,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

PREV-TL		**ud**	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)**			
			Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).			
MOOF1Y2EL	0,300	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	12,11	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
%MAUX	3,000	%	Medios auxiliares	18,00	0,54	
			Suma la partida			18,58
			Costes indirectos		6,00%	1,11
			TOTAL PARTIDA			**19,69**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

P-ORDENADOR		**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**			
			Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.			
TUP2700202	10,000	m	TUBO PVC CORRUGADO -20 FORRADO	0,52	5,20	
CAB535304CC4P	15,000	m	CABLE DE DATOS CATEG.5E-FTP 4PR24AWG	1,52	22,80	
LEG775874	1,000	u	TOMA RJ45,CAT.5,STP	12,46	12,46	
LEG777075	1,000	ud	TAPA TOMA RJ45 BLANCO	4,22	4,22	
SOL6625	1,000	ud	CAJA ENLAZABLE UNIVERSAL DE EMPOTRAR	0,35	0,35	
LEG777001	1,000	u	MARCO 1 ELEM.	2,50	2,50	
JAN2174	0,150	u	CAJA EMPALME 100X100X50 C/TORNILLOS	2,50	0,38	
MOOF1Y2EL	0,800	h	MANO DE OBRA OFICIAL+PEON	40,36	32,29	
			Suma la partida			80,20
			Costes indirectos		6,00%	4,81
			TOTAL PARTIDA			**85,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN TELECOMUNICACIONES

SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN

TEL. 02.05		**ud**	**Registro principal (Coaxial)**			
			Registro Principal en RITI (Coaxial): Registro de 50x70x30cm de acorde a la norma UNE20541 o UNE EN 50298.			
			Sin descomposición			60,00
			Costes indirectos		6,00%	3,60
			TOTAL PARTIDA			**63,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO

TEL. 04.03 **m** **Cableado distribución multipar**

Cableado distribución multipar 25 pares.

Sin descomposición			3,40
Costes indirectos	6,00%		0,20
TOTAL PARTIDA.....			**3,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

TEL. 04.07 **m** **Cableado Distribución fibra óptica**

Cableado distribución Fibra óptica 24 (12 pares) fibras Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos de 4 pares ca-

Sin descomposición			5,00
Costes indirectos	6,00%		0,30
TOTAL PARTIDA.....			**5,30**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

TEL. 04.11 **m** **Cableado de datos de usuario**

Cableado de usuario, UTP CAT6E.

Sin descomposición			1,00
Costes indirectos	6,00%		0,06
TOTAL PARTIDA.....			**1,06**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y EQUIPOS DE USUARIO

TEL. 06.03 **u** **P.A.U UTP (6 salidas)**

P.A.U. UTP (6 salidas). Roseta Hembra RJ45 CAT6E. Correctamente conectada al cable de dispersión. Y Multi-

Sin descomposición			22,00
Costes indirectos	6,00%		1,32
TOTAL PARTIDA.....			**23,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

TEL. 06.05 **U** **P.A.U Fibra óptica**

P.A.U. (punto acceso usuario) Fibra óptica. Roseta dúplex de terminación de red ,correctamente conectada y fu-

Sin descomposición			25,00
Costes indirectos	6,00%		1,50
TOTAL PARTIDA.....			**26,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

TEL. 06.07 **u** **Toma RJ45**

Toma RJ45 CAT6E, 8 vías correctamente conectada y comprobada. Con tapa misma serie mecanismos eléctri-

Sin descomposición			12,00
Costes indirectos	6,00%		0,72
TOTAL PARTIDA.....			**12,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE ESTACIÓN

P.A.01 **ud** **Video portero automático para entrada general**

Video-Portero eléctrico, con comunicación entre el acceso al edificio y conserjería, empleando:
- Placa exterior de portero automático de 1 llamada.
- 1 placas exterior de portero, realizada en aluminio anodizado.
- 1 telefonillos murales de portero.
- 1 partida de líneas de audio, para el total de la instalación, bajo tubo de PVC, así como el cableado y conexiona-do.
- Alimentadores, abrepuertas con retenedor y conmutaciones necesarias para el correcto funcionamiento del siste-ma de portero eléctrico.
- Material complementario, piezas especiales, cajas de registro y derivación, lámpara de pulsador, conexiones, medios auxiliares, pequeño material y todos los elementos necesarios para su completa instalación y funciona-

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			miento, líneas de alimentación y conexión eléctrica, según planos y documentación de proyecto, todas las unidades completamente instaladas, probadas y en funcionamiento. Medida la unidad completa por udidad de Vivienda.			
			Sin descomposición			1.291,45
			Costes indirectos		6,00%	77,49
			TOTAL PARTIDA.....			**1.368,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM		**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
			Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en for-			
DOCTRAM1	1,000		Documentación y tramitaciones	250,00	250,00	
			Suma la partida.....			250,00
			Costes indirectos		6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA.....			**265,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS		**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
			Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protec-			
PROBES1	1,000		Pruebas y puesta en marcha	500,00	500,00	
			Suma la partida.....			500,00
			Costes indirectos		6,00%	30,00
			TOTAL PARTIDA.....			**530,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS

SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS

08.04.01		**m²**	**Pavimento de piezas de terrazo color gris**			
			Pavimento interior de piezas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), uso intensivo según UNE-EN 13748-1, de 60x60 cm, color gris y en posesión de certificados de ensayos, con un pulido inicial en fábrica, para pulir y abrillantar en obra. COLOCACIÓN: en capa gruesa, a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-7,5, de 3 cm de espesor. Rejuntado con mortero de cemento blanco coloreado en juntas de 1 a 1,5			
mo018	0,400	h	Oficial 1ª	22,18	8,87	
mo112	0,200	h	Peón especializado construcción.	18,18	3,64	
ERERHERH	0,060		Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	60,00	3,60	
EWGWGW	1,050		Piezas de terrazo para interior, uso intensivo, micrograno (meno	25,00	26,25	
RHEH	1,600		Lechada coloreada con la misma tonalidad de las baldosas, para p	1,15	1,84	
			Suma la partida.....			44,20
			Costes indirectos		6,00%	2,65
			TOTAL PARTIDA.....			**46,85**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.04.02 **m²** **Microcemento en paramento vertical**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada EI1 30-C5, de una hoja lisa de 203×82,5×4,5 cm, construida con alma de tablero aglomerado ignífugo, recubierta en ambas caras con laminado de alta presión (HPL), formado por capas de papel kraft impregnadas en resinas fenólicas, y con cantos de placa compacta HPL del mismo acabado.El conjunto incluye bastidor y cerco de madera maciza, montado sobre precerco de pino país de 90×35 mm, y tapajuntas de madera o MDF revestidos en HPL en ambas caras. Dotada de pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, juntas intumescentes perimetrales certificadas, y cierrapuertas aéreo homologado conforme a UNE-EN 1154, garantizando el cierre automático de la hoja. La instalación comprende replanteo, calzado y fijación de la puerta al premarco mediante tornillos galvanizados y espuma de poliuretano, ajuste de herrajes y comprobación final de funcionamiento y cierre estanco. La puerta cumple con las exigencias de resistencia al fuego EI1 30, clasificación de uso C5 (alta frecuencia de maniobras), y con las normas UNE-EN 1634-1 (ensayo de resistencia al fuego) y UNE-EN 14600 (comportamiento frente al fuego y humo). Acabado: laminado HPL color a definir por la Dirección Facultativa (habitualmente blanco o gris claro).

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Uso previsto: puertas interiores de baños y zonas de servicio.			
mt28mcm070a	0,135	l	Imprimación monocomponente P541 "MICROESTIL", diluida en dos par	9,57	1,29	
mt28mcm060b	1,050	m²	Malla de fibra de vidrio antiálcalis "MICROESTIL", de 80 g/m² de	1,38	1,45	
mt28mcm080ba1	2,000	kg	Microcemento monocomponente Plus Base "MICROESTIL", color Blanco	4,13	8,26	
mt28mcm080aa1	0,600	kg	Microcemento monocomponente Plus Fino "MICROESTIL", textura lisa	3,68	2,21	
mt08aaa010a	0,004	m³	Agua.	1,40	0,01	
mt28mcm090a	0,120	l	Imprimación selladora transpirable con resinas acrílicas en disp	12,06	1,45	
mt28mcm100a	0,120	l	Sellador de poliuretano alifático de dos componentes Estilpur PU	33,39	4,01	
mo020	1,800	h	Oficial 1ª construcción.	22,18	39,92	
mo113	0,900	h	Peón ordinario construcción.	18,18	16,36	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	75,00	2,25	
			Suma la partida			77,21
			Costes indirectos		6,00%	4,63
			TOTAL PARTIDA			**81,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08.04.03		**m²**	**Tabiquería interior de placas de yeso laminado**			
			Tabique sencillo (15+48+15)/400 (48) (2 hidrofugado), con placas de yeso laminado, de 78 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan dos placas en total (una placa tipo hidrofugado en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel			
SWBHER	1,050	m²	Placa de yeso	5,50	5,78	
EFGWEG	1,000	m²	Montantes 48/70 mm + canales galvanizados	6,80	6,80	
SWERGW	1,000	ud	Tornillería, cintas y pasta de juntas	3,10	3,10	
mo018	0,300	h	Oficial 1ª	22,18	6,65	
mo059	0,500	h	Ayudante	19,32	9,66	
FBBDB	1,000	m²	Sellados perimetrales y remateS	1,70	1,70	
SGWEGW	1,000	m²	Pintura blanca lisa lavable	6,00	6,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	39,70	1,19	
			Suma la partida			40,88
			Costes indirectos		6,00%	2,45
			TOTAL PARTIDA			**43,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

08.04.04		**ud**	**Puerta exterior abatible lacada en blanco**			
			Suministro y colocación de puerta exterior abatible ciega de una hoja, dimensiones 203×82,5×3,5 cm, construida con tablero de MDF hidrófugo de alta densidad, con bastidor interior perimetral de madera maciza tratada y acabado prelacado en color blanco.Hoja lisa con moldura recta, apta para exposición exterior bajo marquesina o zona protegida. Incluye precerco de madera de pino tratado de 90×35 mm, galces de MDF hidrófugo de 90×20 mm, y tapajuntas de MDF de 70×10 mm en ambas caras, todo en acabado lacado blanco a juego con la hoja. Herrajes compuestos por bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura de seguridad con falleba o picaporte doble acción, manilla sobre escudo largo acabado negro satinado, y burletes de estanqueidad en todo el perímetro. La instalación comprende replanteo, fijación del premarco a obra, montaje y ajuste de hoja y herrajes, sellado perimetral con silicona neutra blanca y comprobación final de funcionamiento, cierre y alineación.Puerta totalmente montada y probada, apta para uso exterior cubierto, cumpliendo con las exigencias de durabilidad, aislamiento y seguridad de			
mt22aap011ja	1,000	u	Precerco de madera de pino, 90x35 mm, para puerta de una hoja, c	21,90	21,90	
mt22agb010eg	5,100	m	Galce de MDF hidrófugo, 90x20 mm, prelacado en blanco.	4,95	25,25	
mt22pxn020ad	1,000	u	Puerta exterior, de tablero de MDF, prelacada en blanco, c	350,00	350,00	
mt22atb010m	10,400	m	Tapajuntas de MDF hidrófugo, 70x10 mm, prelacado en blanco.	4,18	43,47	
mt23ibl010p	3,000	u	Pernio de 100x58 mm, con remate, en latón negro brillo, para pue	0,85	2,55	
mt23ppb031	18,000	u	Tornillo de latón 21/35 mm.	0,08	1,44	
mt23ppb200	1,000	u	Cerradura de embutir, frente, accesorios y tornillos de atado, p	13,54	13,54	
mt23hbl010aa	1,000	u	Juego de manivela y escudo largo de latón negro brillo, serie bá	9,75	9,75	
mo017	1,071	h	Oficial 1ª carpintero.	22,18	23,75	
mo058	1,071	27.	Ayudante carpintero.	19,32	20,69	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	512,30	15,37	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Suma la partida			527,71
			Costes indirectos		6,00%	31,66
			TOTAL PARTIDA			**559,37**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

08.04.05 **ud** **Puerta madera hoja lisa laminada HPL**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, de una hoja, lisa, de 203x82,5x4,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas ignífugo, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera maciza y cerco de madera maciza, sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso tapajuntas en ambas caras, pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar, juntas intumescentes, cierrapuertas aéreo, dispositivos de seguridad; alojamiento, calzado y fijación de la puerta al premarco con tornillos de acero galvanizado y espuma de poliuretano para relleno de

mt22aap011ja	1,000	u	Precerco de madera de pino, 90x35 mm, para puerta de una hoja, c	21,90	21,90	
mt22bcf030aa	1,000	u	Block de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, se	500,00	500,00	
mt22www041a	0,100	u	Aerosol de 750 ml de espuma adhesiva autoexpansiva, ignífuga, de	12,86	1,29	
mo017	1,301	h	Oficial 1ª carpintero.	22,18	28,86	
mo058	1,074	27.	Ayudante carpintero.	19,32	20,75	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	572,80	17,18	
			Suma la partida			589,98
			Costes indirectos		6,00%	35,40
			TOTAL PARTIDA			**625,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.04.06 **PA** **Torno de control de accesos bidireccional**

Suministro y monetaje de torno motorizado de un solo acceso bidireccional, diseñado para ofrecer flujo eficiente y seguro de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida, gracias a su ancho de paso de 900 mm. Su motor ECO garantiza una larga vida útil con hasta 3.000.000 de ciclos, asegurando máxima durabilidad en entornos de alto tránsito como oficinas, edificios públicos, centros educativos o instalaciones corporativas. Dispone de barrera acrílica de apertura automática en el sentido de la marcha, que asegura una circulación fluida. Incorpora modo de emergencia, permitiendo la apertura inmediata en caso de señal de incendio o corte de corriente. Su indicador LED de estado facilita la orientación al usuario y mejora la usabilidad. La placa principal de configuración con display permite ajustar parámetros clave como tiempos de apertura, contador o entradas de relé. Fabricado en acero inoxidable SUS304 y barrera acrílica, ofrece un diseño ergonómico, robusto y elegante, compatible con sistemas de control de acceso de terceros Plug & Play. Además, incluye tapas universales para lectores de tarjetas, lo que lo convierte en una solución flexible y segura. Es decir, este torno, sirve para uso de paso libre, o lo que es más habitual, requiere de un control/lector de acceso ya sea por tarjeta, llavero o de la forma preferida, para restringir los accesos Incluye control de acceso autónomo, totalmente instalado y probado.

AVEVCF	1,000	ud	Suministro e intalacion de torno de control de acceso	4.900,00	4.900,00	
			Suma la partida			4.900,00
			Costes indirectos		6,00%	294,00
			TOTAL PARTIDA			**5.194,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN

09.01 **m³** **Hormigón armado HA-30**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural

mo018	0,050	h	Oficial 1ª	22,18	1,11	
mo059	0,050	h	Ayudante	19,32	0,97	
HA30B20XC2	1,000	m3	Hormigón HA-30/B/20/XC2	155,67	155,67	
BNDVIBR	0,050	h	Bandeja vibrante	8,25	0,41	
ENCFMET	1,500	m²	Encofrado modular	35,00	52,50	
GTELESCOP	0,100	h	Grua telescópica autoprop. 20 Tn	32,00	3,20	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	213,90	6,42	
			Suma la partida			220,28
			Costes indirectos		6,00%	13,22
			TOTAL PARTIDA			**233,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

09.02 **m³** **Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de lim-

mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo059	0,170	h	Ayudante	19,32	3,28	
mt10hmf011ib	1,000	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/12, fabricado en central.	118,63	118,63	
			Suma la partida			124,13
			Costes indirectos		6,00%	7,45
			TOTAL PARTIDA			**131,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

09.03 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

mo018	0,005	h	Oficial 1ª	22,18	0,11	
mo059	0,004	h	Ayudante	19,32	0,08	
CAMGRRUA6T	0,005	h	Camión grúa 6 t	49,36	0,25	
WEGWGWE	0,005	ud	Pequeño material	5,00	0,03	
SBSB	1,000	kg	Acero B500S	1,74	1,74	
			Suma la partida			2,21
			Costes indirectos		6,00%	0,13
			TOTAL PARTIDA			**2,34**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

09.04 **kg** **Pernos de anclaje andén**

Pernos compuestos barras de acero corrugado B500SD, colocados cada metro en andén, según planos. Incluye taladros para su colocación, tareas de corte y doblado, anclaje mediante resina de adherencia y cualquier otra tarea necesaria para su correcta ejecución. Incluso pp. medios auxiliares, medidas medioambientales y control de calidad.

mo018	0,100	h	Oficial 1ª	22,18	2,22	
mo059	0,100	h	Ayudante	19,32	1,93	
SBSB	1,000	kg	Acero B500S	1,74	1,74	
SDFBSFB	0,300	kg	Resina	6,50	1,95	
SGAGRG	0,150	h	Taladro	20,00	3,00	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
RGERG	1,000	ud	Replanteo	1,20	1,20	
%030	3,000	%	Medios auxiliares	12,00	0,36	
			Suma la partida			12,40
			Costes indirectos		6,00%	0,74
			TOTAL PARTIDA			**13,14**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

09.05 **ud** **Reparación andén existente**

Reparación integral de andenes actuales, según el Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes redactado incluyendo la totalidad de las actuaciones definidas en el Anejo 6 – Anexo VIII del Proyecto Constructivo.

Los trabajos incluidos en esta partida comprenden todas las unidades necesarias para la rehabilitación estructural y de durabilidad de los andenes, y en particular:

- Limpieza intensa y preparación de superficies de hormigón.
- Reparaciones superficiales de hormigón, saneo y restitución de recubrimientos.
- Pasivación de armaduras según prescripciones del PPTP.
- Protección e impermeabilización integral mediante morteros cementosos elásticos.
- Sustitución del sellado de juntas de dilatación.
- Inyección de fisuras con resina epoxi (>0,2 mm) y sellado elastomérico (<2 mm).
- Restauración de volúmenes perdidos con mortero tixotrópico.
- Ejecución de taladros en hormigón armado y ventilación interior mediante rejillas 200×200 mm.

SVSVERVBERWB	1,000	ud	Reparación andén según anexo XIII	70.048,91	70.048,91	
			Suma la partida			70.048,91
			Costes indirectos		6,00%	4.202,93
			TOTAL PARTIDA			**74.251,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 10 JARDINERÍA

RETARB		**ud**	**Retirada de árboles**			
			Retirada de árboles mediante medios manuales y/o mecánicos. Se incluyen todos los trabajos necesarios para ello. Incluso p.p. de tala de ramas y tronco, destoconado con posterior relleno del hueco de la cepa con tierra, adecuación del material para su entrega a gestor (limpieza de raíces, corte de ramas y tronco, etc.) recogida y carga			
OF1A	1,000	h	Oficial de primera	22,18	22,18	
PEON	1,500	h	Peón	18,18	27,27	
CAMGRRUA6T	1,500	h	Camión grúa 6 t	49,36	74,04	
PALCARG	0,500	h	Pala cargadora	54,25	27,13	
MOTESP	2,000	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,25	6,50	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	157,10	4,71	
			Suma la partida			161,83
			Costes indirectos	6,00%		9,71
			TOTAL PARTIDA			**171,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

UJA050		**m²**	**Aporte de tierra vegetal y extendido**			
			Aporte y extendido de tierra vegetal cribada, suministrada a granel desde planta autorizada, con contenido en materia orgánica =3 % y granulometría adecuada para usos de jardinería y revegetación. La tierra se extenderá con medios mecánicos en capas de espesor uniforme de 80 cm, evitando compactaciones excesivas y daños a las plantas o instalaciones existentes. Incluye el perfilado y nivelación final del terreno, protección y señalización del área de trabajo, así como las operaciones de ajuste manual y limpieza necesarias para dejar la superficie en condiciones de plantación o siembra. Comprende el suministro, transporte, descarga, extendido y nivelado, así como			
mt48tie030a	0,800	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	13,60	
mq01exn020a	0,071	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	3,85	
mo115	0,079	h	Peón jardinero.	18,18	1,44	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	18,90	0,57	
			Suma la partida			19,46
			Costes indirectos	6,00%		1,17
			TOTAL PARTIDA			**20,63**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

PLTRECT15010		**m**	**Pletina rectangular de acero 120x10mm para alcorque y jardineras**			
			Sumnistro y colocación de pletina rectangular de acero corten de 12 cm de profundidad y 1 cm de espesor en formación de alcorque de diversas medidas y formas en planta, soldada en taller o en obra, con canto superior romo, juntas de dilatación entre chapas, pletinas de apoyo de 5x15x1cm sobre la solera de hormigón y sellado de juntas con el pavimento de adoquín con sikaflex 11FC. Completamente instalada. Incluye material auxiliar y anclajes.			
OF1A	0,010	h	Oficial de primera	22,18	0,22	
PEON	0,200	h	Peón	18,18	3,64	
ELECBAS	0,500	h	Electrodo básico	0,27	0,14	
ACCORT	13,340	kg	Acero corten	2,59	34,55	
MORTM5	0,020	m3	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, cat	149,50	2,99	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	41,50	1,25	
			Suma la partida			42,79
			Costes indirectos	6,00%		2,57
			TOTAL PARTIDA			**45,36**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

UJP010pCA		**ud**	**Suministro y Plantación de árbol tipo Melia azedarach**			
			Suministro y plantación de árbol ornamental Melia azedarach (Melia), con perímetro de tronco comprendido entre 14 y 16 cm a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado y en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor. La plantación se realizará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal cribada y substratos vegetales fertilizados (mezcla de materia orgánica y sustrato universal) para garantizar el arraigo. Incluye formación de alcorque perimetral, colocación de tutor individual de madera tratada o metálico galvanizado, amarre con cinta flexible, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende el replanteo de la alineación de plantación, el suministro de materiales, transporte, herramientas, medios auxiliares, seguridad y todos los trabajos necesarios para dejar el árbol correctamente plantado, aline-			
mt48tie030a	0,100	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	1,70	
mt48tie020	0,010	kg	Abono mineral complejo NPK 15-15-15.	2,10	0,02	
mq01exn020a	0,050	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	2,71	

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mq04dua020b	0,050	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	0,75	
mo040	0,170	h	Oficial 1ª jardinero.	22,18	3,77	
mo115	0,339	h	Peón jardinero.	18,18	6,16	
SDVVSVSD	1,000	ud	Melia (Melia azedarach)	51,00	51,00	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	66,10	1,98	
			Suma la partida			68,09
			Costes indirectos		6,00%	4,09
			TOTAL PARTIDA			**72,18**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

UJP010pCAASC **ud** **Suministro y Plantación de árbol tipo Tilo**

Suministro y plantación de árbol de sombra Tilo (Tilia hybrida argentea) de 20–25 cm de perímetro de tronco medido a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar y tutor de guía si procede. nLa plantación se ejecutará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal seleccionada y cribada, mezcla de sustratos orgánicos fertilizados, y formación de alcorque perimetral para recogida de riego. Incluye colocación de tutor de madera tratada o metálico galvanizado, amarre flexible no dañino, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos y materiales necesarios: replanteo, excavación, plantación, relleno, compactado, aporte de sustratos, tutorado, riego y limpieza, así como medios auxiliares y medidas de seguridad, conforme a la

mt48tie030a	0,100	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	1,70	
mt48tie020	0,010	kg	Abono mineral complejo NPK 15-15-15.	2,10	0,02	
mq01exn020a	0,050	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	2,71	
mq04dua020b	0,050	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	0,75	
mo040	0,170	h	Oficial 1ª jardinero.	22,18	3,77	
mo115	0,339	h	Peón jardinero.	18,18	6,16	
SVBSWVSVB	1,000	ud	Tilo	120,00	120,00	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	135,10	4,05	
			Suma la partida			139,16
			Costes indirectos		6,00%	8,35
			TOTAL PARTIDA			**147,51**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

UJP010pCASDV **ud** **Suministro y Plantación de arbusto madroño**

Suministro y plantación de arbusto perenne tipo Madroño, de 80 cm de altura media, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm excavado mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato vegetal fertilizado, garantizando el correcto drenaje y la aireación del suelo. Incluye formación de alcorque, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos necesarios: replanteo, excavación, relleno, compactado, aporte de sustratos, riego y limpieza, así como medios auxiliares, mano de obra especializada y medidas de seguridad, ejecutado conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.

mt48tie030a	0,100	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	1,70	
mt48tie020	0,050	kg	Abono mineral complejo NPK 15-15-15.	2,10	0,11	
mq01exn020a	0,050	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	2,71	
mq04dua020b	0,050	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	15,00	0,75	
mo040	0,200	h	Oficial 1ª jardinero.	22,18	4,44	
mo115	0,339	h	Peón jardinero.	18,18	6,16	
GVBEVB	1,000	ud	Madroño	60,00	60,00	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	75,90	2,28	
			Suma la partida			78,15
			Costes indirectos		6,00%	4,69
			TOTAL PARTIDA			**82,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

DFNFGNFGN **ud** **Suministro y Plantación de ciprés**

Suministro y plantación de ciprés común (Cupressus sempervirens) para formación de seto perimetral, de 1,75 m de altura, en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm, abierto mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato orgánico fertilizado, asegurando el correcto enraizamiento y drenaje. Incluye alineación y replanteo de la línea de plantación, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias, dejando los ejem-

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			plares correctamente plantados, alineados y en condiciones de crecimiento óptimo, conforme a la Norma UNE			
mt48tie030a	0,005	m³	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel.	17,00	0,09	
mt48tie020	0,005	kg	Abono mineral complejo NPK 15-15-15.	2,10	0,01	
mq01exn020a	0,010	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	54,25	0,54	
mo040	0,250	h	Oficial 1ª jardinero.	22,18	5,55	
SDAVSVSV	1,000	ud	Ciprés	8,00	8,00	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	14,20	0,43	
			Suma la partida			14,62
			Costes indirectos		6,00%	0,88
			TOTAL PARTIDA			**15,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 11 VARIOS

SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN

APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

PABND		**m**	**Pintura acrílica en banda de hasta 30 cm en eje**			
			Pintura acrílica especial ciudad, en banda de hasta 30 cms de ancho, en eje, de forma continua o discontinua, no			
OF1A	0,050	h	Oficial de primera	22,18	1,11	
PEON	0,075	h	Peón	18,18	1,36	
MAQAUTPINT	0,075	h	Máquina autopropulsada pintura	37,70	2,83	
PINTACRCIUD	0,060	l	Pintura acrílica ciudad	11,00	0,66	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	6,00	0,18	
			Suma la partida			6,14
			Costes indirectos	6,00%		0,37
			TOTAL PARTIDA			**6,51**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

PATRANS		**m²**	**Pintura acrílica en marcas transversales**			
			Pintura acrílica especial ciudad, marcas transversales en isletas, pasos de peatones, lineas de parada, dados de 30x50 cms, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempo de espe-			
OF1A	0,100	h	Oficial de primera	22,18	2,22	
PEON	0,100	h	Peón	18,18	1,82	
MAQAUTPINT	0,150	h	Máquina autopropulsada pintura	37,70	5,66	
PINTACRCIUD	1,000	l	Pintura acrílica ciudad	11,00	11,00	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	20,70	0,62	
			Suma la partida			21,32
			Costes indirectos	6,00%		1,28
			TOTAL PARTIDA			**22,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

SDVSDVS		**ud**	**Señalización y pintado de plazas de aparcamiento especiales (PMR**			
			Ejecución de señalización horizontal y pintado de plazas de aparcamiento especiales, sobre pavimento de hormigón o asfalto, mediante la aplicación de pintura epoxi o acrílica de tráfico de alta resistencia, color azul RAL 5015/5017 para PMR o verde RAL 6018/6024 para vehículo eléctrico, según el uso indicado en planos. Incluye la limpieza y barrido del pavimento, aplicación de imprimación selladora epoxi para favorecer la adherencia, y dos manos de pintura de acabado aplicada mediante rodillo o pistola, con líneas perimetrales blancas de 10 cm y pictogramas o símbolos identificativos (silla de ruedas para PMR o símbolo de recarga “EV/rayo/enchufe” para vehículo eléctrico) en color blanco.			
			Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, protecciones, señalización temporal y limpieza			
OF1A	0,100	h	Oficial de primera	22,18	2,22	
MAQAUTPINT	0,100	h	Máquina autopropulsada pintura	37,70	3,77	
PINTACRCIUD	0,100	l	Pintura acrílica ciudad	11,00	1,10	
SGWGW	0,600		Pintura acrilica epoxi	12,00	7,20	
			Suma la partida			14,29
			Costes indirectos	6,00%		0,86
			TOTAL PARTIDA			**15,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL

SCUG **ud** **Señal rectangular con texto**

Suministro y colocación de señal vertical rectangular informativa o direccional, de dimensiones según planos, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Superficie con texto, flechas o pictogramas serigrafiados en vinilo negro o azul/blanco según la tipología, fondo en color conforme al Manual de Señalización de la DGT o normativa específica (azul para información, blanco para servicios, amarillo para obras o estación ferroviaria). Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, empotrado y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m o fijado mediante anclaje mecánico. Incluye cartelería, soportes, tornillería inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares, y medidas de seguridad y limpieza final. Se dejará completamente instalada, vertical, alineada y lista para servicio, cumpliendo lo dispuesto en las normas

OF1A	0,200	h	Oficial de primera	22,18	4,44	
OF2A	1,000	h	Oficial de segunda	19,88	19,88	
MATAUX	1,000	ud	Material auxiliar	3,50	3,50	
PCTEX	1,000	ud	Placa rectangular con texto a definir segun planos	128,00	128,00	
PG62	3,000	ml	Poste aluminio diam 60x4.5mm	100,30	300,90	
HM15OP	0,324	m3	Hormigón HM-20	114,80	37,20	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	493,90	14,82	
			Suma la partida.....			508,74
			Costes indirectos		6,00%	30,52
			TOTAL PARTIDA.....			**539,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

SC90 **ud** **Señal circular/octogonal de 60 cm de diámetro**

Suministro y colocación de señal vertical circular u octogonal de 60 cm de diámetro, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante tipo clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, fijado al terreno mediante empotramiento y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 (0,40×0,40×0,60 m) o mediante tornillería de anclaje, según el tipo de base. Incluye: cartel, soporte, anclajes, tornillería de acero inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares y seguridad. Se dejará completamente instalada, alineada, vertical y en servicio, cumpliendo el Manual de Señalización Vertical y la normativa UNE 135340/135314.

OF1A	0,200	h	Oficial de primera	22,18	4,44	
OF2A	1,000	h	Oficial de segunda	19,88	19,88	
PC60	1,000	ud	Placa circular de 60 cm de diámetro	98,69	98,69	
PG62	3,000	ml	Poste aluminio diam 60x4.5mm	100,30	300,90	
MATAUX	1,000	ud	Material auxiliar	3,50	3,50	
HM15OP	0,200	m3	Hormigón HM-20	114,80	22,96	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	450,40	13,51	
			Suma la partida.....			463,88
			Costes indirectos		6,00%	27,83
			TOTAL PARTIDA.....			**491,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

SCU90 **ud** **Señal indicativa de estación ferroviaria tipo "PETRA"**

Suministro y colocación de señal direccional indicativa de estación ferroviaria de Petra, fondo amarillo reflectante clase 2 (microprismático) con texto en negro y pictograma de tren, según UNE 135340 y Manual de Señalización. Fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, plegada en los bordes y con laminado reflectante de alta intensidad. Montada sobre poste tubular galvanizado Ø80 mm, anclado a zapata de hormigón en masa HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m con pernos de anclaje. Incluye herrajes, abrazaderas, tornillería, nivelación y replanteo.Color base RAL 1023 (amarillo tráfico), rotulación en vinilo negro de alta durabilidad, resistente a radiación UV. Totalmente instalada y alineada, lista para su uso, cumpliendo las normas de señalización y visibilidad diurna/nocturna.

OF1A	0,500	h	Oficial de primera	22,18	11,09	
OF2A	1,000	h	Oficial de segunda	19,88	19,88	
PCU60	1,000	ud	Placa rectandular	140,00	140,00	
PG62	3,000	ml	Poste aluminio diam 60x4.5mm	100,30	300,90	
MATAUX	1,000	ud	Material auxiliar	3,50	3,50	
HM15OP	0,400	m3	Hormigón HM-20	114,80	45,92	
%MEDAUX3	3,000	%	%MEDAUX3	521,30	15,64	
			Suma la partida.....			536,93

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos	6,00%		32,22
			TOTAL PARTIDA.....			**569,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES

11.02.01		**ud**	**Banco tipo Malaga WPC o similar sin respaldo**			
			Suministro e instalación de banco modular modelo Málaga WPC, de Cervic o similar, Incluye suministro, transporte, colocación sobre base nivelada de mortero o solera de hormigón HM-20, alineación, sellado perimetral y limpieza final, quedando el banco perfectamente instalado en andén y estable. Medición por unidad completamente termi-			
EGWESGWEG	1,000	ud	Banco WPC Malaga	1.150,00	1.150,00	
MO01	2,000	mo02	Oficial 1ª Instalador	22,18	44,36	
%03000000000	3,000	%	Medios auxiliares	1.194,40	35,83	
			Suma la partida.....			1.230,19
			Costes indirectos	6,00%		73,81
			TOTAL PARTIDA.....			**1.304,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS

SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS

11.03.01		**ud**	**Papelera tipo Cerdanyola o similar**			
			Suministro y colocación de papelera urbana tipo “Cerdanyola” o similar, de chapa perforada galvanizada y pintada al horno, con soporte de tubo de acero galvanizado, anclado firmemente al pavimento mediante empotramiento o tornillería de acero inoxidable. Dimensiones aproximadas: 425×385×1032 mm y capacidad 60 litros. Incluye todos los accesorios de fijación, anclajes, tornillería, nivelación, alineación, limpieza final y comprobación de estabilidad, así como el suministro de todos los materiales y medios auxiliares necesarios. Papelera totalmente instalada y en			
DSVSSVS	1,000	ud	Papelera Tipo Cerdanyola o similar	145,00	145,00	
mo112	1,000	h	Peón especializado construcción.	18,18	18,18	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	163,20	4,90	
			Suma la partida.....			168,08
			Costes indirectos	6,00%		10,08
			TOTAL PARTIDA.....			**178,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO

11.04.01 **m** **Vallado cerramiento andén**

Suministro y montaje de verja ULTRA de Rivisa o similar, de 2,00 m de altura, formada por bastidores electrosoldados con perfiles horizontales 40x40 mm y barrotes verticales 25x25 mm, conforme a la configuración estándar del fabricante. Postes metálicos cuadrados 60x60 mm, anclados al andén mediante placas base y anclajes químicos M16, perfectamente aplomados y alineados. La unión poste–bastidor se realizará mediante los casquillos o accesorios específicos del sistema ULTRA, garantizando un montaje rápido, sin soldaduras, y equipado con tornillería de seguridad indesmontable. Protección anticorrosiva mediante el sistema Protecline® del fabricante (galvanizado en caliente + plastificado), con acabado en color blanco RAL 9016. La partida incluye: replanteo, mecanización previa en taller, montaje, anclajes, accesorios específicos, protección de superficies adyacentes y verja comple-

A0E-000A	0,500	h	Peón especialista	18,75	9,38	
MO01	0,500	mo02	Oficial 1ª Instalador	22,18	11,09	
FDGBDFBB	1,000	m	Verja Ultra H=2m	180,00	180,00	
XCV BC	0,500	ud	Anclajes	20,00	10,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	210,50	6,32	

Suma la partida		216,79
Costes indirectos	6,00%	13,01
TOTAL PARTIDA		**229,80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

11.04.02 **m** **Vallado perimetral**

Suministro y colocación de vallado perimetral formado por malla de simple torsión galvanizada y plastificada en color verde RAL 6015, con paso de malla de 40 mm y alambre de 2,7/3 mm de diámetro, fijada a postes metálicos de acero galvanizado de Ø48 mm y 2,40 m de altura, dispuestos cada 2,5 m aproximadamente, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 30×30×40 cm. Incluye la colocación de tensores, alambres superior, intermedio e inferior, grapas y accesorios de fijación, así como la alineación, nivelación y tesado de la malla. Comprende todos los materiales, herrajes, medios auxiliares, replanteo, excavación de dados, hormigonado, relleno, compactación

WGWG	0,030	ud	Poste interiro de refuerzo 48mm	36,10	1,08	
WEFWFVGW	0,300	ud	Poste intermedio 48mm	12,00	3,60	
REGERGRGE	0,090	ud	Poste en escuadra	35,00	3,15	
ERGERGRG	0,090	ud	Poste externo 48mm	24,95	2,25	
EERVBE	2,040	m²	Malla simple torsión de 40 mm y platificado color verde	8,00	16,32	
mo018	0,200	h	Oficial 1ª	22,18	4,44	
mo112	0,200	h	Peón especializado construcción.	18,18	3,64	
HM15OP	0,015	m3	Hormigón HM-20	114,80	1,72	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	36,20	1,09	

Suma la partida		37,29
Costes indirectos	6,00%	2,24
TOTAL PARTIDA		**39,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

11.04.03 **ud** **Puerta cancela**

Suministro y colocación de puerta cancela metálica de una hoja, de 7,00 m de longitud y 2,00 m de altura, formada por bastidor de perfiles tubulares de acero galvanizado, con relleno de mallazo electrosoldado galvanizado de cuadrícula 100×50 mm y alambre Ø4 mm, y acabado plastificado color verde RAL 6015, igual al vallado perimetral. La cancela incluye poste de bisagra y poste de cerrojo de tubo de acero galvanizado de 80 mm de diámetro y 3 mm de espesor, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 40×40×50 cm, con tiranta de refuerzo de 3 m de altura según longitud de hoja. Incluye bisagras reforzadas, cerradura de seguridad con falleba o pestillo, topes de apertura, accesorios de fijación, herrajes galvanizados, y pintura plástica protectora del mismo tono que el cerramiento.Comprende todos los materiales, herrajes, anclajes, excavación y hormigonado de dados, replanteo, medios auxiliares, mano de obra, limpieza final y pruebas de funcionamiento, dejando la cancela perfectamente instalada, alineada y en servicio.

mo018	0,150	h	Oficial 1ª	22,18	3,33	
mo112	0,200	h	Peón especializado construcción.	18,18	3,64	
HM15OP	0,300	m3	Hormigón HM-20	114,80	34,44	
EEGEV	1,000	ud	Estructura tubular y malla	900,00	900,00	
ERGERGE	1,000	ud	Elemento auxiliares	290,00	290,00	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	1.231,40	36,94	

Suma la partida		1.268,35
Costes indirectos	6,00%	76,10

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA			**1.344,45**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO EXISTENTE

WEGW		**m**	**Limpieza y acondicionamiento vallado vias**			
			Limpieza y acondicionamiento superficial de vallado hacia la vias existente con murete de hormigón y vallado metálico, afectado por suciedad, eflorescencias y depósitos superficiales. Los trabajos incluyen lavado a presión con agua limpia (mín. 120 bar) para eliminar polvo, restos biológicos, manchas, carbonatación superficial y residuos adheridos; cepillado manual o mecánico en zonas localizadas; aplicación puntual de limpiador neutro o decapante suave donde sea necesario para recuperar la uniformidad del paramento; limpieza perimetral de juntas y coronación, y retirada de restos y residuos a gestor autorizado. Comprende todos los medios auxiliares, herramientas, productos de limpieza para dejar el murete en buen estado estético y sin residuos visibles, sin alterar su integridad estructural ni la del vallado superior.			
WEFWF	1,000	ud	Limpieza y acondicionamiento vallado vias	15,00	15,00	
			Suma la partida			15,00
			Costes indirectos		6,00%	0,90
			TOTAL PARTIDA			**15,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO ANDÉN

11.06.01		**m²**	**Pintura antihumedad en murete de andén, color blanco**			
			Aplicación de pintura plástica antihumedad de alta resistencia, transpirable y lavable, color blanco, sobre paramento de hormigón en el murete del andén. El trabajo incluye la limpieza previa de la superficie, eliminación de polvo, eflorescencias, aplicación de una capa de imprimación selladora acrílica para favorecer la adherencia y dos manos de pintura plástica antihumedad al silicato o acrílica reforzada, aplicada mediante rodillo o pistola en capas uniformes. Comprende protección de elementos adyacentes, andamiaje o medios auxiliares, herramientas, mano de obra cualificada y limpieza final. Acabado final continuo, uniforme y sin brillos, cumpliendo las especificaciones del			
mo018	0,450	h	Oficial 1ª	22,18	9,98	
ERERB	0,300	l	Pintura antihumedad blanca	10,00	3,00	
DVDV	0,150	l	Imprimación selladora	9,00	1,35	
%0300	3,000	%	Medios auxiliares	14,30	0,43	
			Suma la partida			14,76
			Costes indirectos		6,00%	0,89
			TOTAL PARTIDA			**15,65**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

ANEJO Nº19. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

12.01		**Ud**	**Partida de gestión de residuos**			
			Partida de gestión de residuos de acuerdo a lo expuesto en el correspondiente anejo.			
OT001	1,000	Ud	Gestión de residuos	88.915,60	88.915,60	
			Suma la partida			88.915,60
			Costes indirectos		6,00%	5.334,94
			TOTAL PARTIDA			**94.250,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD

13.01		**ud**	**Partida de Seguridad y Salud**			
			Medidas de Seguridad y Salud durante la obra, detalladas según mediciones y precios descritos en el Anejo correspondiente del proyecto, para cumplimiento del RD 1627/1997 relativo a las medidas de protección individual, colectivas, de extinción de incendios, eléctricas, instalaciones de higiene y bienestar, medicina preventiva y pri-			
REGEGVBB	1,000	ud	SYS	100.591,00	100.591,00	
			Suma la partida			100.591,00
			Costes indirectos		6,00%	6.035,46
			TOTAL PARTIDA			**106.626,46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ANEJO Nº20. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

ANEJO Nº20. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

INDICE DE CONTENIDO

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO.....2

2 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 2

1 ANTECEDENTE ADMINISTRATIVO

En el presente proyecto se contemplan afecciones sobre terrenos colindantes a la infraestructura ferroviaria, que incluyen expropiaciones, imposición de servidumbres y ocupaciones temporales, necesarias para la correcta ejecución de las actuaciones proyectadas. La delimitación y valoración de dichas afecciones se desarrollan de forma específica en el *Anejo nº17 Expropiaciones*, al que se remite expresamente.

Se incluye en el Presupuesto para Conocimiento de la Administración la previsión económica de los trabajos a realizar por la compañía eléctrica Endesa, correspondientes al soterramiento y adaptación de líneas aéreas existentes, una vez ejecutadas las infraestructuras proyectadas.

De conformidad con lo dispuesto en los informes 5/00 y 7/03 de la JCCA de las Illes Balears, en el presupuesto de toda obra pública financiada total o parcialmente por entidades públicas de la Comunidad Autónoma debe incluirse un Patrimonio Histórico una partida equivalente, como mínimo, al 1,5% del presupuesto base de licitación con IVA (PBL con IVA), destinada a actuaciones de conservación, restauración, protección o puesta en valor del patrimonio histórico, inmaterial o artístico, que se aplicará con preferencia en la propia obra o en su entorno inmediato.

2 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El **Presupuesto para Conocimiento de la Administración** se obtiene como suma de los siguientes presupuestos:

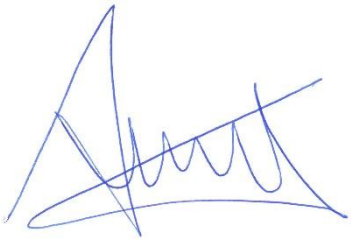
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	4.432.179,17 €
Presupuesto trabajos soterramiento Endesa	28.820,76 €
Presupuesto global para trabajos de conservación del patrimonio (1,5% sobre el PBL con IVA)	66.482,69€
Estimación económica de expropiaciones	46.900,00€
TOTAL, PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	**4.574.382,62€**

Por tanto, asciende el presupuesto para Conocimiento de la Administración a la cantidad **CUATRO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS**.

ANEJO Nº20. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Málaga, diciembre de 2025.

AUTORES DE PROYECTO



Antonio Martínez Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 34.513

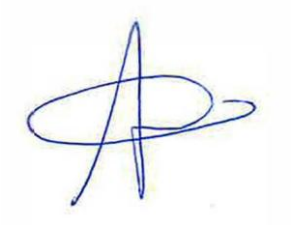


Almudena Pérez Benítez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 20.389

DIRECTORES DE PROYECTO



Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº 20.063



M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

INDICE DE CONTENIDO

1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 2

1.1 Alcance 2

1.2 Datos de partida y marco legal 2

1.3 Clasificación 2

2 REVISIÓN DE PRECIOS 8

1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

1.1 Alcance

De conformidad con el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se incorporan al ordenamiento jurídico español las Directivas 2014/23/UE y 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de febrero de febrero de 2014 Sobre la 26º, para celebrar un contrato con la administración pública para la ejecución de un contrato de ingeniería por un valor estimado igual o superior a 500.000 euros, el empresario deberá figurar oficialmente como contratista de ingeniería ante el órgano de contratación. Para los contratos anteriores, la clasificación de los empresarios en grupos o subgrupos, según el objeto del contrato, correspondientes a una clase igual o superior a la exigida por el contrato, reconocerá su condición de solvencia contractual.

La clasificación de los contratistas se realiza de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001) modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, se modifican determinadas disposiciones del Real Decreto n. 1098/2001, de 12 de octubre, Disposiciones Generales de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobada por Decreto, y el artículo 77 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, sobre “Requisitos y Efectos de la Clasificación”.

En consecuencia, las normas anteriores y sus posteriores modificaciones se entienden aplicables para determinar los grupos y subgrupos en los que deberán clasificarse los siguientes contratistas de obras para poder obtener las obras de este proyecto.

1.2 Datos de partida y marco legal

Como datos de partida para la clasificación de los contratistas nacionales del proyecto, el presupuesto parcial y el presupuesto total del proyecto, así como los artículos 25, 26, 27, 28 y lo dispuesto en el artículo 36. Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto

1.3 Clasificación

Está en estudio el Real Decreto 1098/2001, de octubre, por el que se aprueban las disposiciones generales de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

La clasificación es conforme a las disposiciones anteriores, Tomo I, Capítulo II, Capítulo II, Sección I, Artículo 25 “Grupos y Subgrupos en la Clasificación de Contratistas de Obras”, Artículo 26 “Clasificación de Obras por Contrato de Construcción” y Artículo 26 Artículo 36 "Requisitos para la Clasificación de Autoridades Competentes". Asimismo, también se tendrá en cuenta lo dispuesto en los artículos 27 a 35.

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

Determinar los grupos y subgrupos de aplicación correspondientes a las actividades del proyecto con base en los grupos y subgrupos de aplicación clasificados por la empresa en el contrato de ingeniería según se define en la Cláusula 25. El presupuesto de estas actividades se calcula en base al desglose proporcionado en el Documento 4 Presupuesto. Estos datos permiten calcular los pagos medios anuales estimados para cada actividad en base a los plazos reflejados en los anexos del plan de trabajo.

Esta clasificación se rige por el artículo 25 de la Ley General de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), en el que se establecen en letras latinas mayúsculas 11 grupos designados, designado cada grupo por un número de Subgrupo diferente. Los 11 grupos y sus correspondientes subgrupos son los siguientes:

Grupo A) Movimiento de tierras y perforaciones

- Subgrupo 1. Desmontes y vaciados.
- Subgrupo 2. Explanaciones.
- Subgrupo 3. Canteras.
- Subgrupo 4. Pozos y galerías.
- Subgrupo 5. Túneles.

Grupo B) Puentes, viaductos y grandes estructuras

- Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.
- Subgrupo 2. De hormigón armado.
- Subgrupo 3. De hormigón pretensado.
- Subgrupo 4. Metálicos.

Grupo C) Edificaciones

- Subgrupo 1. Demoliciones.
- Subgrupo 2. Estructuras de fábrica u hormigón.
- Subgrupo 3. Estructuras metálicas.
- Subgrupo 4. Albañilería, revocos y revestidos.
- Subgrupo 5. Cantería y marmolería.
- Subgrupo 6. Pavimentos, solados y alicatados.
- Subgrupo 7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
- Subgrupo 8. Carpintería de madera.
- Subgrupo 9. Carpintería metálica.

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

Grupo D) Ferrocarriles

- Subgrupo 1. Tendido de vías
- Subgrupo 2. Elevados sobre carril o cable.
- Subgrupo 3. Señalizaciones y enclavamientos.
- Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles.
- Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

Grupo E) Hidráulicas

- Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos.
- Subgrupo 2. Presas.
- Subgrupo 3. Canales.
- Subgrupo 4. Acequias y desagües.
- Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.
- Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.
- Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.

Grupo F) Marítimas

- Subgrupo 1. Dragados.
- Subgrupo 2. Escolleras.
- Subgrupo 3. Con bloques de hormigón.
- Subgrupo 4. Con cajones de hormigón armado.
- Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas.
- Subgrupo 6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.
- Subgrupo 7. Obras marítimas sin cualificación específica.
- Subgrupo 8. Emisarios submarinos.

Grupo G) Viales y pistas

- Subgrupo 1. Autopistas, autovías.
- Subgrupo 2. Pistas de aterrizaje.
- Subgrupo 3. Con firmes de hormigón hidráulico.
- Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.

- Subgrupo 5. Señalizaciones y balizamientos viales.
- Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.

Grupo H) Transportes de productos petrolíferos y gaseosos

- Subgrupo 1. Oleoductos.
- Subgrupo 2. Gasoductos.

Grupo I) Instalaciones eléctricas

- Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.
- Subgrupo 2. Centrales de producción de energía.
- Subgrupo 3. Líneas eléctricas de transporte.
- Subgrupo 4. Subestaciones.
- Subgrupo 5. Centros de transformación y distribución en alta tensión.
- Subgrupo 6. Distribución en baja tensión.
- Subgrupo 7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.
- Subgrupo 8. Instalaciones electrónicas.
- Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica

Grupo J) Instalaciones mecánicas

- Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.
- Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.
- Subgrupo 3. Frigoríficas.
- Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.
- Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.

Grupo K) Especiales

- Subgrupo 1. Cimentaciones especiales.
- Subgrupo 2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.
- Subgrupo 3. Tablestacados.
- Subgrupo 4. Pinturas y metalizaciones.
- Subgrupo 5. Ornamentaciones y decoraciones.
- Subgrupo 6. Jardinería y plantaciones.

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

- Subgrupo 7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.
- Subgrupo 8. Estaciones de tratamiento de aguas.
- Subgrupo 9. Instalaciones contra incendios.

El Artículo 26 del R.D. 773/2015, modifica el artículo 26 del Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, reajustando los umbrales de las distintas categorías, que pasan a denominarse mediante números crecientes:

Los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Las categorías de los contratos de obras serán las siguientes:

- Categoría 1, si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.
- Categoría 2, si su cuantía es superior a 150.000 euros e inferior o igual a 360.000 euros.
- Categoría 3, si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.
- Categoría 4, si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.
- Categoría 5, si su cuantía es superior a 2.400.000 euros e inferior o igual a cinco millones de euros.
- Categoría 6, si su cuantía es superior a 5.000.000 euros.

Las categorías 5 y 6 no serán de aplicación en los subgrupos pertenecientes a los grupos I, J y K. Para dichos subgrupos la máxima categoría de clasificación será la categoría 4, y dicha categoría será de aplicación a los contratos de dichos subgrupos cuya cuantía sea superior a 840.000 euros.

Para que se pueda exigir clasificación en un grupo determinado, siempre y cuando las obras presenten singularidades no normales o generales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obra correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se extenderá también a éstos subgrupos, siendo el importe de la obra parcial por su singularidad que dé lugar a este subgrupo superior al 20% del precio total del contrato, salvo casos excepcionales.

ANEJO Nº21. OTROS DATOS ADMINISTRATIVOS

Con este criterio se propone que el contratista esté clasificado en el siguiente grupo, según la justificación que se adjunta a continuación.

Clasif.	Grupo	Subgrupo	Categoría
G	Viales y pistas	Obras viales sin cualificación específica	3

2 REVISIÓN DE PRECIOS

No será de aplicación la revisión de precios, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, al ser el plazo de ejecución de las obras inferior a un (1) año.

Para las obras recogidas en este proyecto, las fórmulas de revisión de precios, de acuerdo al RD 1359/2011, son las siguientes:

Fórmula 1. "Obras de edificación general o urbanización" (F1 del RD 1359/2011)

K = 0,15 + 0,25·(S/So) + 0,05·(E/Eo) + 0,55·(M/Mo)

Fórmula 9. "Estructuras metálicas" (F9 del RD 1359/2011)

K = 0,05 + 0,10·(S/So) + 0,25·(E/Eo) + 0,60·(M/Mo)

Fórmula 34. "Montajes eléctricos y electrónicos" (F34 del RD 1359/2011)

K = 0,10 + 0,25·(S/So) + 0,20·(E/Eo) + 0,45·(M/Mo)

ANEJO Nº22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 2
2 Descripción de las obras 3
2.1 Situación de las obras 3
2.2 Descripción de las obras 3
2.3 Presupuesto 3
2.4 Plazo de ejecución 3
2.5 Mano de obra necesaria 4
3 Marco jurídico 5
4 Riesgos profesionales de los operarios y prevención 7
4.1 Definición de las unidades constructivas que forman parte de la obra 7
5 Evaluación de riesgos laborales 9
5.1 Normas y medidas preventivas para reducir riesgos 15
5.2 Riesgos de daños a terceros 61
5.3 Formación, medicina preventiva y primeros auxilios 62
6 Directorio de centros de asistencia sanitaria 63
6.1 Instalaciones de higiene y bienestar. 65
7 Presupuesto 65
DOCUMENTO Nº2: PLANOS 66
DOCUMENTO Nº3: PIEGO DE PRESCRIPCIONES PARTICULARES 1
DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO 2

1 INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud corresponde al “PROYECTO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO”. En aplicación de este estudio se redactará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud por el contratista principal de la obra, según lo dispuesto en el artículo 7 del R. D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este Plan de Seguridad y Salud constituirá el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y facilitará la labor de prevención y protección de riesgos profesionales, durante la ejecución de la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición de los representantes de los trabajadores. De igual forma, una copia de este estará a disposición de la Dirección Facultativa y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los organismos autonómicos competentes en la materia.

Se consideran en este Estudio los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares; la identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y las medidas técnicas para ello; los riesgos que no pueden eliminarse y se especifican las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser redactado en aplicación del presente Estudio, y el Contratista Principal lo someterá, antes del inicio de los trabajos, a la aprobación de la Administración promotora previo informe del Coordinador de Seguridad y Salud de las obras en fase de ejecución.

En el Plan de Seguridad y Salud el contratista tiene la obligación de incluir el plan marco establecido para la obra.

Este Estudio de Seguridad y Salud propone una serie de procedimientos constructivos para ejecutar los trabajos, de los que se analizan sus riesgos proponiendo una serie de medidas preventivas al efecto de minimizarlos. El Contratista Principal podrá modificarlos o proponer otros a los expuestos en su Plan de Seguridad y Salud, conservando y respetando el espíritu del Estudio, sin que impliquen en ningún caso una reducción de la seguridad en obra y sometiéndolo siempre a la aprobación de la Administración promotora previo informe del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra en fase de ejecución.

En virtud del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, y según su artículo 4, debe incluir un Estudio de Seguridad y Salud al encontrarse en alguno de los siguientes supuestos:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450. 759, 08 euros.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, conducciones subterráneas y presas.

Para el proyecto de ejecución que nos ocupa, resultan de aplicación tres de los cuatro puntos anteriores.

2 Descripción de las obras

2.1 Situación de las obras

Administrativamente, las actuaciones recogidas en el Proyecto se desarrollan en el término municipal de Petra, en la isla de Mallorca, Islas Baleares.

La estación ferroviaria de Petra se encuentra localizada en el municipio del mismo nombre, en la isla de Mallorca.

La Estación de Servicios Ferroviarios de Mallorca de Petra se encuentra ubicada en las coordenadas 39.61788296581296, 3.110383468126071.

2.2 Descripción de las obras

Las obras comprenden los siguientes capítulos:

- Trabajos previos
- Demoliciones
- Movimiento de Tierra
- Pavimentación
- Instalaciones
- Marquesinas
- Instalación fotovoltaica
- Edificios
- Andenes
- Jardinería
- Varios
- Gestión de residuos
- Seguridad y Salud

2.3 Presupuesto

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de **TRES MILLONES SETENTA Y OCHO MIL CIENTO QUINCE EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS. (3.078.115,96 €).**

2.4 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto es de 10 meses. Los trabajos se realizan de manera continua y sin división por lotes.

2.5 Mano de obra necesaria

Se prevé un total de 30 personas incluyendo el personal directamente ligado a la ejecución, el de vigilancia y dirección facultativa, técnica y administrativa.

3 Marco jurídico

Este Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1. 997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuyo artículo 4 establece las condiciones de obligatoriedad para los proyectos técnicos de construcción, viniendo reglamentariamente exigido en el presente caso.

De acuerdo con ello, este Estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el Estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra.

Eventualmente, el Plan de Seguridad y Salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el Plan de Seguridad y Salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este Estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualización es a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

La base legal de este Estudio, así como del citado Real Decreto1627/97, dictado en su desarrollo, es la Ley

31/1. 995, de 10 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, cuyo desarrollo reglamentario, de aplicación directa al Estudio de Seguridad y Salud, en tanto que establece normas que deben ser observadas parcial o totalmente en su redacción y posterior cumplimiento que, sin perjuicio de las recogidas en el pliego de condiciones de este Estudio, se concretan en las siguientes:

•Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B. O. E. del 10 - 11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.

•Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

•Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de ener o, B. O. E. 3101-97).

•Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B. O. E. 01-05-98).

•Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O. M. de 27-06-97, B. O. E. 04-0797).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B. O. E. 2304-97).

•Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B. O. E. 2405-97)

•Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)

•Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B. O. E. 24-05-97)

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B. O. E. 12-06-97)

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B. O. E. 07-08-97)

•Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales

•Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

•Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

•Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Ampliación 1 normativa del Estado.

•Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de “Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales”.

•Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el art. 24 de la ley 31/1995de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

•Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE núm. 274 de 13 noviembre.

•Real Decreto 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Deroga el RD 1435/1992 por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

•Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

•Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

•Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre,

reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

•Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

•Real Decreto 1635/2011, de 14 de noviembre (BOE 303 de 14/12/2011), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en materia de tiempo de presencia en los transportes por carretera.

•Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.

4 Riesgos profesionales de los operarios y prevención

4.1 Definición de las unidades constructivas que forman parte de la obra

Las unidades constructivas principales, entendidas como macroactividades de gran magnitud que están compuestas a su vez por diversas y numerosas actividades elementales, son las siguientes:

Trabajos previos

Demoliciones

- Desmontaje de bordillo
- Demolición de baldosas
- Demolición de hormigón
- Demolición de pavimentos de mezcla bituminosa
- Desmontaje y retirada de cableado
- Desmontaje de farolas o semáforos
- Retirada de árboles

Movimiento de tierras

- Excavación en todo tipo de terreno
- Entibaciones de excavaciones
- Relleno mecánico
- Colocación de geotextil
- Barreras anti raíz
- Rellenos de tierra vegetal
- Rellenos drenantes
- Relleno de zanjas con suelo seleccionado

- Ejecución de firmes con zahorra artificial

Pavimentación

- Colocación de bordillo
- Colocación de baldosa hidráulica
- Pavimentado de adoquín
- Ejecución de losa de hormigón
- Ejecución de firmes con mezcla bituminosa
- Colocación de caz
- Pavimento de hormigón desactivado
- Recrecido de tapas

Instalaciones

Red de abastecimiento y saneamiento

- Hidrantes y bocas de riego
- Excavación y relleno de zanjas
- Acometidas
- Arquetas

Redes eléctricas

- Retirada de postes y elementos de sustentación en fachada
- Excavaciones de zanja
- Tuberías de Polietileno corrugado
- Relleno de zanjas
- Arquetas

Alumbrado

- Instalación de luminarias
- Canalización de polietileno corrugado
- Excavaciones de zanjas y rellenos
- Arquetas

Red de riego

- Plantación de arbustos y árboles
- Rellenos filtrantes
- Instalación de red de riego
- Instalación de acero corten

Red de telecomunicaciones

- Excavación de zanjas

Red de pluviales

- Excavación de Zanja
- Colocación de la red de tuberías

Marquesinas

- Colocación de marquesinas del aparcamiento
- Marquesinas del anden
- Cimentación de estructura mecánica

Instalaciones Fotovoltaicas

- Colocación de estructura portante
- Modulos fotovoltaicos
- Inversores
- Cableado y Protecciones
- Puesta Tierra
- Monitorización

Andenes

- Ampliación estructural del anden

Varios

- Señalización
- Mobiliarios
- Jardinería
- Limpieza de obra

Gestión de residuos

5 Evaluación de riesgos laborales

Introducción

La evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y salud en el trabajo, de manera que, a partir de un análisis inicial de riesgos, se pueda planificar una acción preventiva y elegir los equipos de trabajo, los materiales y acondicionar los lugares de trabajo con objeto de reducir al

mínimo posible el riesgo.

El análisis del riesgo implica la identificación de los diferentes peligros que pueda conllevar la realización de cada actividad de trabajo y la valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia del daño y sus consecuencias. Así, se estará en condiciones de emitir un juicio acerca de lo más o menos tolerable del riesgo en cuestión. Si de este análisis resulta un riesgo no tolerable deberá controlarse mediante la aplicación de medidas preventivas y de protección apropiadas.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia del daño responde a criterios un tanto subjetivos, pudiéndose establecer los siguientes:

Probabilidad baja (B): el daño ocurre rara vez
Probabilidad media (M): el daño ocurre en algunas ocasiones
Probabilidad alta (A): el daño ocurre siempre o casi siempre

En cuanto a las consecuencias, los siguientes ejemplos pueden ayudar a su clasificación:

Ligeramente dañino (LD): daños superficiales, como cortes, pequeñas magulladuras, irritación de los ojos por polvo, etc; molestias, dolor de cabeza, incomodidad.

Dañino (D): laceraciones, quemaduras, conmociones, luxaciones, fracturas menores; sordera, dermatitis, asma y otras enfermedades que provoquen incapacidades menores.

Extremadamente dañino (ED): amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones mortales; enfermedades graves como el cáncer o crónicas que acorten severamente la vida.

Identificación de peligros

Los peligros derivados de las actividades a desarrollar durante la ejecución de este Proyecto se pueden clasificar, según su origen, en:

a. origen mecánico:

golpes cortes

heridas inciso-contusas

caídas de personas al mismo nivel

caídas de personas a distinto nivel (zanjas, taludes, estructuras, etc) caídas de objetos

(herramientas, material, etc.) desde altura proyecciones de material procedente de

excavación

atropellos y demás accidentes provocados por vehículos en el transporte interno o por carretera

aplastamiento por maquinaria

aplastamiento por objetos de gran tamaño (planchas de acero, tableros, ferralla, vigas, estructuras prefabricadas, etc.)

sepultamiento por derrumbamientos o corrimientos de tierras

sepultamiento en operaciones de vertido de materiales (escombreras,

hormigonado, etc.)

sepultamiento por caídas a silos u otros depósitos

b. origen eléctrico:

electrocución por contacto con líneas de alta tensión electrocución por derivaciones en elementos metálicos incendio por cortocircuito

chispas y quemaduras radiaciones nocivas

c. origen térmico

quemaduras por contacto directo con material incandescente quemaduras por calor radiante

salpicaduras de metal fundido chispas

d. origen químico:

inhalación de gases y vapores tóxicos (pinturas, disolventes, aditivos, betunes asfálticos, etc.)

polvo (excavaciones, canteras, plantas de machaqueo y de hormigón) humos

quemaduras por contacto directo con material corrosivo

manipulación de materiales con presencia de amianto

e. origen físico:

ruido vibraciones

dermatitis por polvo y otros agentes agresivos

inundación de excavaciones

Evidentemente, dependiendo del tipo de actividad los riesgos asociados son diferentes. En el siguiente cuadro se relacionan los distintos riesgos con las actividades en las que se presentan más frecuentemente.

RIESGOS	ACTIVIDAD DE RIESGO
Origen mecánico:	
Golpes	Todas
Caídas de personas al mismo nivel	Todas

Caídas de personas a distinto nivel	Trabajos en altura (andamios y plataformas, grandes estructuras, coronación de taludes, etc) y excavaciones

RIESGOS	ACTIVIDAD DE RIESGO
Caídas de objetos (herramientas, material, etc.) desde altura	Trabajos en altura (andamios y plataformas, grandes estructuras, coronación de taludes, etc) y excavaciones
Cortes	Todas, especialmente, en las que se maneje sierras radiales, cuchillos o cualquier herramienta o material cortante (tareas de encofrado, ferrallistas, etc)
Heridas inciso contusas	Cualquiera en la que se utilice herramientas o material punzante (tareas de encofrado, ferrallistas, etc)
Proyecciones de material procedente de excavación	Excavaciones en roca con explosivos (no se preveé en esta obra); ripado; procesos de hormigonado, puesta en obra del hormigón
Atropellos y demás accidentes provocados por vehículos	Transporte interno de materiales y por carretera
Aplastamiento por maquinaria	Trabajos con maquinaria pesada (excavaciones, hormigonado, etc)

RIESGOS	ACTIVIDAD DE RIESGO
Aplastamiento por objetos de gran tamaño	Carga y descarga de material con grúas; puesta en obra de estructuras prefabricadas (vigas, losas, etc); manejo de material pesado
Sepultamiento por derrumbamientos o corrimientos de tierras	Trabajos en zanjas, pozos y otras excavaciones

Sepultamiento en operaciones de vertido de materiales	Carga y descarga de camiones (excavaciones,rellenos, escombreras), puesta en obra del hormigón, trabajos en la planta de áridos

RIESGOS	ACTIVIDAD DE RIESGO
Origen eléctrico:	
Electrocución por contacto con líneas de alta tensión	Circulación de vehículos en las proximidades de líneas eléctricas; excavaciones cercanas a conducciones enterradas
Electrocución por derivaciones en elementos metálicos	Instalaciones eléctricas: iluminación de tajos; instalaciones auxiliares (plantas de machaqueo y hormigón, instalaciones de ventilación.
Incendio por cortocircuito	Instalaciones eléctricas: iluminación de tajos; instalaciones auxiliares (plantas de machaqueo y hormigón, instalaciones de ventilación.
Chispas y quemaduras	Instalaciones eléctricas; labores de soldadura
Radiaciones nocivas	Labores de soldadura
Origen térmico	
Quemaduras por contacto directo con material incandescente	Labores de soldadura
Quemaduras por calor radiante	Labores de soldadura
Salpicaduras de metal fundido	Labores de soldadura
Chispas	Labores de soldadura
Origen físico químico:	

Inhalación de gases y vapores tóxicos	Manejo de materiales con componentes volátiles tóxicos (pinturas, disolventes, aditivos, betunes asfálticos, etc.)
Polvo	Trabajos en excavaciones, canteras, plantas de machaqueo y de hormigón
Amianto	Trabajos de demolición y retirada de materiales con presencia de amianto

RIESGOS	ACTIVIDAD DE RIESGO
Humos	Trabajos en lugares poco ventilados
Quemaduras por contacto directo con material corrosivo	Manejo de materiales corrosivos
Origen físico:	
Ruido	Trabajos en excavaciones, canteras, plantas de machaqueo y de hormigón, especialmente con maquinaria que precise compresores de aire (martillo neumático, etc)
Vibraciones	Trabajos con maquinaria pesada y maquinaria accionada por aire comprimido
Dermatitis por polvo y otros agentes agresivos	Manejo de cemento, yeso, cal, etc
Inundación de excavaciones	Excavaciones para cimentación

Valoración de riesgos

Esta evaluación de daños debe ser dinámica, revisando la evaluación inicial cuando así lo establezca una disposición específica o cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o bien cuando las actividades de prevención resulten inadecuadas o insuficientes.

Dependiendo de la valoración del riesgo se procederá de una manera u otra, emprendiendo las acciones que se estimen oportunas para, en su caso, disminuir o, incluso, eliminar el riesgo.

Seguidamente se sintetizan las acciones a emprender según la valoración del riesgo:

VALORACIÓN DEL RIESGO	ACCIÓN A EMPRENDER
Trivial (T)	No requiere acción específica
Tolerable (**TO**)	No es preciso mejorar la acción preventiva, aunque se deben considerar mejoras que no supongan una carga económica importante; se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (**MO**)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.
Importante (**I**)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo; es posible que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. En caso de riesgo sobrevenido, deberán tomarse las medidas oportunas en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Intolerable (**IN**)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si esto no es posible, deberá prohibirse el trabajo.

El presente Estudio trata, precisamente, de establecer las normas a respetar y las medidas preventivas necesarias para reducir los riesgos a niveles tolerables, valorando los medios humanos y materiales necesarios para tal fin.

5.1 Normas y medidas preventivas para reducir riesgos

En los apartados que siguen se describe, detalladamente, las normas de actuación y las medidas preventivas que se han de tomar para minimizar los riesgos de accidente en las principales actividades que incluye esta obra, a saber:

- Uso de maquinaria pesada en el movimiento de tierras
- Excavaciones en zanja
- Proceso de hormigonado
- Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas
- Manejo de cargas pesadas con grúa
- Trabajos en altura
- Trabajos en vía
- Utilización de herramientas manuales

A continuación, se detallan los aspectos referentes a equipos de protección individual, instalaciones eléctricas e instalaciones de higiene y bienestar.

Uso de maquinaria en el movimiento de tierras

En este apartado se analizan los riesgos y medidas de seguridad relacionados con la maquinaria para el movimiento de tierras, atendiendo a las fases de trabajo, así como, una vez finalizado éste, a las diferentes operaciones que se pueden realizar en cada una de ellas.

Estas medidas son aplicables a los siguientes tipos de máquinas:

- pala cargadora de ruedas y orugas
- retroexcavadoras tanto de ruedas como de orugas

- compactadoras

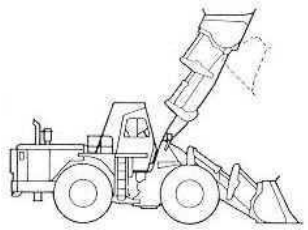


Ilustración 2 Pala cargadora de rueda

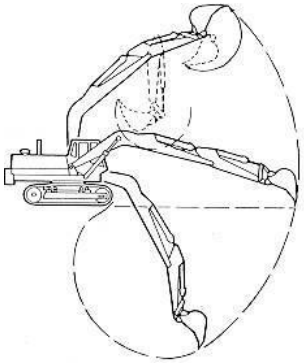


Ilustración 1 Retroexcavadora

Medidas preventivas antes de empezar cualquier trabajo

El conductor deberá usar prendas de protección personal:

- Casco protector de la cabeza. Habitualmente la cabeza del conductor está protegida con la cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular por la obra.

- Botas de seguridad antideslizantes. El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).

- Protección de los oídos. Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido será obligatorio el uso de auriculares o tapones.

- Ropa de trabajo. No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.

- Guantes. El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.

- Protección de la vista: Asimismo, y cuando no exista cabina, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.

Se conocerán las normas de circulación en la zona de trabajo, las señales y balizamientos utilizados tales como: banderolas, vallas, señales manuales, luminosas y sonoras.

Cuando se deba trabajar en la vía pública, la máquina deberá estar convenientemente señalizada de acuerdo con lo indicado en el Código de Circulación.

Asimismo, antes de comenzar cualquier trabajo, el conductor deberá seguir las siguientes recomendaciones:

Familiarizarse con el funcionamiento de la máquina, para lo cual deberá:

- Conocer las posibilidades y los límites de la máquina y, particularmente, el espacio necesario para maniobrar.
- Cuando el espacio de maniobra sea reducido o esté limitado por obstáculos, deberá balizarse la zona de evolución de la máquina.
- Vigilar la posición, la función, el sentido de funcionamiento de cada uno de los mandos, de los dispositivos de señalización y de seguridad.
- Regular el asiento conforme a la estatura y peso del conductor
- Conocer la zona de trabajo, lo que implica:
- Conocer el plan de circulación de la obra y cada día informarse de los trabajos realizados que puedan constituir un riesgo (zanjas abierta, tendido de cables, etc).
- Conocer la altura de la máquina circulando y trabajando, así como las zonas de altura limitada o estrechas.
- Con el tren de rodadura de goma, circular con precaución o velocidad lenta en zonas de polvo, barro, o suelo helado.
- Realizar un buen mantenimiento de las zonas de circulación.

Medidas preventivas al comienzo del trabajo

Antes de poner el motor en marcha se deberán realizar una serie de controles de acuerdo con el manual del constructor de la máquina; cualquier anomalía que se observe se anotará en un registro de observaciones y se comunicará al taller mecánico de mantenimiento.

Se tomarán las siguientes medidas preventivas:

Antes de subirse a la máquina:

- Comprobar que no hay nadie en las cercanías de la máquina y si lo hubiera hacer que se aleje de las inmediaciones.
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- El puesto del conductor, el acceso a la cabina y los agarraderos deben estar limpios de aceite, grasa, fango, hielo o nieve —en invierno—, y demás sustancias resbaladizas.
- Secarse las manos y quitarse el fango del calzado.

- Una vez en la cabina:

- Comprobar las luces e intermitentes, el estado de los neumáticos y su presión, los niveles de aceite y agua y los dispositivos de seguridad.

- Limpiar el limpiaparabrisas y los espejos retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitando todo lo que pueda dificultar la visibilidad.

- Verificar la regulación del asiento.

- Verificar que en el suelo de la cabina no hay objetos que puedan dificultar la conducción (herramientas, trapos, etc).

Medidas preventivas al arrancar la maquina

- Colocar todos los mandos en punto muerto. Sentarse antes de poner en marcha el motor.

- Quedarse sentado al conducir.

- Verificar que los indicadores de los controles son normales.

- No arrancar en locales cerrados.

- En un lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrar con las palancas; colocar diferentes marchas.

Medidas preventivas durante el trabajo con maquinaria

- No subir pasajeros.

- No subir ni bajar de la máquina en marcha, por muy lenta que sea la velocidad.

- No dejar estacionar a nadie en los alrededores de la máquina.

- No utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.

- Antes de efectuar cualquier desplazamiento con la máquina comprobar que no hay trabajadores en las inmediaciones.

- Antes de circular por carretera, recoger y bloquear todos los dispositivos de trabajo (estabilizadores, pluma, elementos giratorios, etc).

- Respetar en todo momento la señalización, observando las distancias de seguridad de zanjas, taludes y demás excavaciones.

En trabajos de carga de camiones:

- Cargar los camiones con precaución.

- Colocar el camión paralelamente a la máquina.

- No colocar la cuchara por encima de la cabina del camión.
- Si el conductor del camión ha abandonado la cabina, comprobar que no se encuentre en el radio de trabajo de la máquina.
- Cuando el suelo tenga pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Siempre que sea posible, colocar el equipo sobre una superficie llana, alejada lo suficiente de zonas con riego de desprendimiento.

En trabajos en terrenos con pendiente:

- No bajar de lado.
- No bajar nunca con el motor parado o en punto muerto; una pendiente se baja con la misma marcha con la que se sube.
- Para desplazarse, orientar el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
- Para extracción, trabajar de cara a la pendiente.

En trabajos de demolición:

- No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura sobre el suelo sea superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
- Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o metálicas que puedan dejar oquedades.

En trabajos próximos a líneas eléctricas aéreas:

- Mantener las distancias mínimas de seguridad
- Cuando se circula por un camino junto a una línea eléctrica se debe tener en cuenta las sinuosidades, los baches y demás irregularidades del terreno a la hora de calcular las distancias mínimas.

En trabajos en los que exista peligro de vuelco o caída de materiales:

- La máquina se equipará con cabina antivuelco y contra caída de objetos

Medidas preventivas al finalizar la jornada de trabajo

- Preferiblemente se parará la máquina en terreno llano.
- Apoyar el equipo (pala, cuchara, etc.) en el suelo.
- Poner todos los mandos en punto muerto.
- Poner el freno de parada y desconectar la batería.
- Quitar la llave de contacto

- Bajar de la cabina utilizando las empuñaduras y escalones, siempre mirando a la máquina.
- Calzar las ruedas.

Excavaciones en zanja

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Medidas de prevención

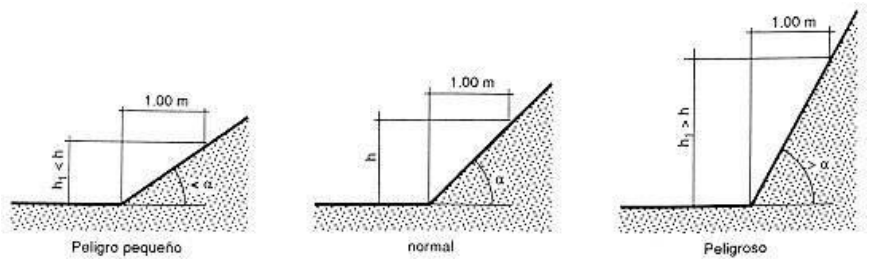
En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.

En general, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno. Entre estas medidas se encuentran el ataluzado del terreno y la entibación.

Ataluzado

Para grandes profundidades —mayores de 1,30 m— el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural:



Talud natural de $\propto^{o}$

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

Entibación

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

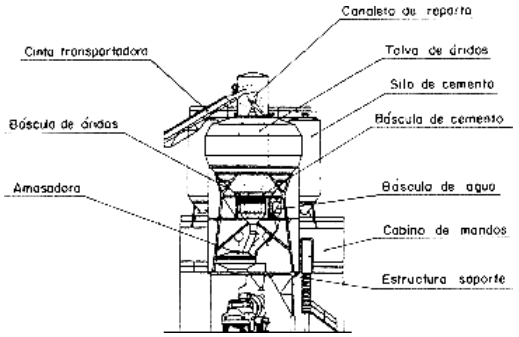
Plantas de hormigonado

Generalidades

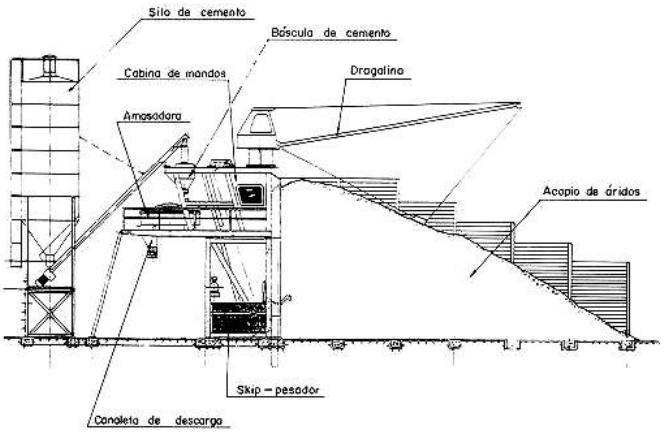
Si bien se trata de instalaciones generalmente muy automatizadas y con poca intervención humana, la accidentalidad indica que se producen lesiones de muy diversa tipología, con presencia de lesiones graves, generalmente por amputaciones en extremidades y por caídas a distinto nivel. Igualmente, se constatan accidentes mortales por asfixia y caídas a distinto nivel.

Las centrales hormigoneras son equipos cuya finalidad es la de obtener en una primera fase la dosificación, lo más exacta posible, de los distintos materiales que componen los hormigones (áridos, cementos, agua y aditivos). En ocasiones comprenden también una fase de amasado, en la que se pretende obtener la mezcla íntima de todos los componentes, de forma que se pueda lograr un hormigón mezclado de forma homogénea.

Existen dos tipos de centrales hormigoneras: tipo torre y tipo radial. En las centrales tipo torre el almacenamiento de los áridos está en la parte más alta de la misma planta y todo el proceso, tanto de dosificación como de amasado y descarga del hormigón, se realiza por gravedad. En las centrales tipo radial los áridos se almacenan directamente en el suelo y las distintas granulometrías se separan mediante tabiques a modo de radios que conforman sectores circulares completando un semicírculo.



Central hormigonera tipo torre



Central hormigonera tipo radial

Localización de riesgos

Evidentemente, una central hormigonera no debe considerarse como una máquina, en el sentido estricto de la palabra. En realidad, se trata de un conjunto de máquinas y de elementos que configuran todo un proceso industrial. Por ello, los riesgos aparecen tanto por cada una de las máquinas y aparatos, como por la interrelación de unos con otros, e incluso en función de su ubicación en el conjunto.

A continuación, se reflejan distintas funciones de una central, los elementos que intervienen y los riesgos que cada uno de los grupos puede presentar.

▪ FUNCIONES	▪ ELEMENTOS	▪ RIESGOS
▪ Recepción de áridos	▪ Tolvas de recepción	▪ Caída del vehículo al interior de la tolva ▪ Caída de personas al interior de la tolva ▪ Caída de personas al foso de la tolva
▪ Transporte de áridos	▪ Alimentadores ▪ ▪ Cintas transportadoras ▪ Elevadores de cangilones	▪ Atrapamientos en partes móviles ▪ Caídas de personas desde la cinta ▪ Caída de materiales desde la cinta
▪ Almacenamiento de áridos	▪ Tolvas elevadas	▪ Caídas de personas al interior de la tolva ▪ Inhalación de polvo Ruido
▪ Almacenamiento de cemento	▪ Circuito neumático ▪ Silos	▪ Inhalación de polvo ▪ ▪ Caída de personas desde el silo

▪ Dosificación de áridos, cemento, agua y aditivos	▪ Alimentadores Básculas ▪ Tornillos transportadores ▪ Contadores volumétricos ▪ Bombas temporizadoras	▪ Atrapamiento ▪ ▪ Caída a distinto nivel Caída de personas Inhalación de polvo
▪ Amasado	▪ Hormigoneras Amasadoras	▪ Atrapamiento Ruido ▪ Quemaduras

Riesgos y prevención

Únicamente se analizan en este apartado aquellas situaciones estimadas como particulares o específicas de estas instalaciones.

No se consideran los riesgos de carácter general, como pueden ser: caídas a nivel, contactos eléctricos, atrapamientos en transmisiones, etc.

Caída del vehículo al interior de la tolva de recepción de áridos

- Al realizar la maniobra de marcha atrás para descargar los áridos en la tolva de recepción, el camión volquete puede introducirse en la tolva y dar lugar al vuelco del mismo.

- Como medida preventiva se construirá un murete que sobresalga 50 cm del nivel del suelo, a todo lo largo del lado de la tolva en que se produce la descarga y cuya misión es la de actuar de tope para las ruedas de los vehículos que alimentan de áridos a la planta.

Caída de personas

- Con ocasión de situarse algún operario en el piso, junto a la abertura que constituye la tolva de recepción, puede producirse la caída ocasional del mismo a su interior. Este mismo riesgo se presenta en la parte superior de los compartimentos de los áridos, donde ocasionalmente, y por avería del automatismo de giro de la canaleta o de la cinta distribuidora, debe situarse un operario para realizar tal función. Para evitarlo se colocará sobre la boca superior de la tolva, y cubriéndola totalmente, un emparrillado de luz tan amplia como sea menester para no dificultar el paso de los áridos, aún en sus granulometrías más gruesas, pero que impida la caída de personas al interior.

- La salida de la cinta transportadora de la tolva de recepción suele realizarse en foso, por lo que se presentan aberturas en el piso que pueden dar lugar a la caída a su interior y sobre la cinta de personas o vehículos. Se establecerá un sistema de cubrición de todo el foso, calculado ampliamente, para el tipo de circulación que deba soportar y se instalarán barandillas

suficientemente resistentes en todo el perímetro del foso.

- La cinta transportadora suele ser la vía de acceso a la parte superior de las tolvas de áridos y de los silos de cemento. Por ello, y para realizar el mantenimiento de la propia cinta, es frecuente el paso de operarios por la pasarela de la cinta, con el subsiguiente riesgo de caída de altura. La pasarela de la cinta transportadora debe disponer de un acceso cómodo y de barandillas que impidan la caída de personas, tanto por el lado exterior como por el interior, entre el cuerpo de la cinta y la pasarela. El cuerpo de la cinta debe quedar a media altura por encima de la pasarela, a fin de permitir un fácil acceso a los elementos de retorno de la cinta.

- El acceso a la parte superior de los silos de cemento, para la limpieza o mantenimiento de los sistemas de filtrado del aire pulverulento o de los automatismos de nivel, suele realizarse a través de pasarelas que enlazan con la parte superior de las tolvas de áridos o de escaleras de gato adosadas a los silos. La parte superior de los silos de cemento y de áridos, al igual que las pasarelas de acceso, deben disponer en todo su perímetro de barandillas de seguridad. Para evitarlo se pueden instalar sistemas neumáticos, vibrantes o mecánicos que, a través de automatismos de accionamiento opcional o programado, eviten la formación de atascos y retenciones o bien permitan su resolución sin necesidad de la intervención directa del operario sobre el punto conflictivo. Cuando no sea posible adoptar las soluciones anteriores, deberán disponerse plataformas adecuadas con accesos seguros, desde las que se pueda manipular para resolver las incidencias.

Atrapamientos

- En las cintas transportadoras se producen goteos y derrames de áridos que se adhieren al tambor de "cola". El realizar su limpieza de forma manual, con la cinta en funcionamiento, da lugar a atrapamientos en las extremidades superiores. Para evitarlo debe carenarse todo el conjunto del tambor de "cola", a base de paneles que, permitiendo la visión de la cinta, impidan el acceso a todas las partes en movimiento, debiéndose prolongar lateralmente un metro desde el tambor. Esta indicación es aplicable también para los rodillos de presión, tambores de tensión, etc. También podrían instalarse mecanismos que accionados desde el exterior de la carcasa protectora, permitan realizar la limpieza del tambor cuando se observe la formación de "costras".

- Las pasarelas adosadas a las cintas transportadoras determinan la circulación de personas junto a partes móviles de las mismas en las que pueden producirse atrapamientos. Junto a los grupos de accionamiento, rodillos de presión, estaciones automáticas de tensión, etc., deben disponerse botoneras de paro de emergencia. En las cintas de gran longitud debe instalarse un cable que accione el paro de emergencia.

- Las poleas, correas, engranajes, acoplamientos, etc., deben protegerse mediante una carcasa metálica resistente de chapa o rejilla.

- Un grave riesgo de atrapamiento se presenta al introducir la mano en el interior de la cuba de la hormigonera o amasadora para retirar elementos extraños o para verificar la bondad de la mezcla, estando el aparato en funcionamiento. Las trampillas y ventanas de registro existentes en las cubas deben disponer de un automatismo (final de carrera, enclavamiento por llave, etc.) que imposibilite su apertura cuando está en funcionamiento; o bien que al producirse la apertura, dé lugar a la detención del movimiento de las paletas mezcladoras.

- Tanto en las hormigoneras con inversión de marcha como en las de cuba giratoria, se puede producir el contacto de la cuba en movimiento, con los operarios. Debe establecerse un sistema de cerramiento por interposición de elementos, a modo de pantalla, que impida el contacto

fortuito con las partes en movimiento.

- Los elevadores de cangilones, con sus múltiples partes móviles, presentan un importante riesgo de atrapamiento. Los elevadores de cangilones, tanto de cinta como los de cadenas, deben discurrir por el interior de un carenado total.

- Las ventanas de registro deben mantenerse cerradas durante el funcionamiento, mediante un automatismo de enclavamiento.

Caída *de materiales*

- Los derrames y caídas de áridos transportados por las cintas pueden alcanzar al personal, si éstas discurren por encima de puestos de trabajo o de puntos de circulación. Se establecerán paneles de recogida debajo de los tramos de la cinta, instalados con pendiente suficiente para que los derrames sean encauzados y vertidos en zonas no conflictivas.

- Para evitar encharcamientos y acumulaciones de polvo, residuos, etc., el suelo de los distintos pisos y plataformas debe estar constituido por paneles perforados. La abertura máxima de los intersticios no será superior a 10 milímetros.

Quemaduras

- En algunas plantas se realiza la adición de vapor de agua en el proceso de amasado. El contacto ocasional por escapes o con los elementos del circuito, puede dar lugar a lesiones por quemaduras. Debe asegurarse la estanqueidad del circuito de vapor. Los puntos susceptibles de escape deben situarse de forma que no puedan alcanzar directamente al personal que dicurre por su proximidad.

Inhalación *de polvo*

- En todos aquellos puntos en que se produce el salto de materiales, se presentan ambientes pulverulentos, especialmente con el cemento y con los áridos y arenas sin lavar y obtenidos por trituración, cuya inhalación puede afectar particularmente al operario que tiene a su cargo el manejo de la planta. Se instalará un equipo de depuración (ciclón, filtro, mangas, etc.) del aire procedente del sistema de aireación de los silos de cemento.En aquellas zonas en que se produce el salto de materiales pulverulentos, deben instalarse mangas de material flexible (goma, lona, etc.) o paneles rígidos que impidan su difusión al ambiente.

- La cabina de mandos de toda la planta debe disponer de un sistema de renovación forzada de aire filtrado.

Trauma *sonoro*

- Son diversas las fuentes de ruido que se producen en las plantas: caídas de áridos, elementos neumáticos de los automatismos, compresor, amasadora, etc. En cualquiera de los casos, el personal que tiene a su cargo el manejo de la planta suele tener los pupitres de mandos en un recinto, generalmente, separado de dichos focos de ruido. El recinto en que se ubiquen los mandos de la planta no debe tener en su interior focos generadores de ruido. También debe estar insonorizado para evitar que los operarios queden expuestos a los que se producen en el exterior.

Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas

Riesgos

La utilización de elementos de altura, de más de 4 m, en presencia de líneas eléctricas aéreas constituye genéricamente una situación de riesgo elevada, tanto por el número de accidentes como por la gravedad de las lesiones y daños que se registran.

La mayoría de accidentes ocurren en líneas de media tensión (líneas de 2ª/ 3ª categoría). Ello puede ser debido a que tienen un aspecto discreto, y no aparentan a los ojos de las personas implicadas las graves consecuencias de un contacto, por lo que no suele adoptarse ningún tipo de medida, incluso se desprecia completamente su presencia.

Les siguen en número de accidentes las líneas aéreas de baja tensión, donde se han registrado muertes por electrocución, y por caída de la carga debido a rotura del cable de la grúa por el cortocircuito que se establece en el contacto.

Son raros los accidentes ocurridos en líneas de alta tensión (líneas de 1ª categoría). El aspecto que ofrecen estas líneas dadas sus grandes dimensiones, y el zumbido característico que generan, hace que se mantengan distancias considerables.

El accidente se produce por contacto o proximidad excesiva del elemento de altura con los conductores de la línea, estando entre las actividades de riesgo más frecuentes las siguientes:

- Movimientos de tierra mediante pala cargadora y camión volquete
- Apertura de zanjas mediante excavadora
- Movimientos de cargas con grúa
- Carga y descarga de un camión con brazo hidráulico articulado
- Descarga de camión volquete
- Trabajos sobre andamios móviles.
- Actividades en plantas de hormigonado.
- Extracción de áridos.

Las consecuencias que puede tener el accidente son varias:

- Lesiones
- Muerte por electrocución.
- Muerte por explosión posterior de los neumáticos del vehículo.
- Muerte por rotura de cables y desprendimiento de la carga.
- Amputaciones de miembros.
- Quemaduras muy graves. Daños materiales
- Incendio del vehículo.

- Destrucción los neumáticos.
- Rotura de conductores de la línea.
- Interrupción del servicio de la línea.

En cuanto a las causas, las principales son:

- Altura insuficiente de los conductores al terreno
- Riesgo no detectado inicialmente, con lo cual no se adopta ninguna medida y el contacto se establece por desconocimiento de la presencia de la línea.
- Riesgo detectado e infravalorado, con lo cual las medidas que se adoptan, si es que se adoptan, resultan insuficientes y el contacto se establece por descuido.

Medidas de prevención

Zona de prohibición de la línea eléctrica aérea (ZL): es el espacio que debe en torno a la línea eléctrica aérea que en ningún momento deberá ser invadido por los elementos de altura o por las cargas que transporten.

Zona de alcance del elemento de altura (ZE): es la zona que pueden alcanzar las partes más salientes del elemento de altura o carga que transporta

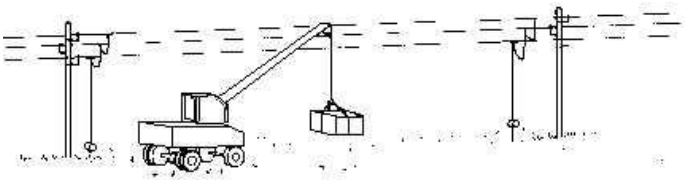
Si existe superposición de ambas zonas deberá entenderse que existe posibilidad de contacto con la línea. Las medidas de seguridad a adoptar requieren un análisis específico en cada caso concreto, en el que se valorarán los siguientes aspectos:

- Tensión y emplazamiento de los conductores de la línea
- Tipo de elemento de altura y posibilidades de desplazamiento por el terreno en función de las limitaciones físicas existentes (vallas, taludes, paredes,etc.)
- Proximidad máxima exigida por el trabajo a realizar, entre el elemento de altura y la línea
- Duración de los trabajos con elementos de altura
- Superposición entre ZL y ZE

Tras este análisis se determinará la situación de riesgo existente, adoptándose las medidas de prevención pertinentes, entre las que caben las siguientes:

- Realización de un proyecto de Seguridad. Preventivamente, se considera que la realización de trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas exige siempre un análisis previo de la situación que debe reflejarse en un Proyecto Técnico de Seguridad, contemplando: Valoración de la posibilidad de contacto, determinación de medidas correctoras, diseño de las medidas correctoras a que hubiera lugar
- Señalización de la zona de prohibición de la línea (ZL)
- Señalización de la zona de seguridad del elemento (ZE)

- Descargo de la línea. La realización de esta medida correrá a cargo de la Compañía propietaria de la línea y consistirá en dejar la línea fuera de servicio con todos sus conductores en cortocircuito y puestos a tierra.



Traslado de la línea o conversión en subterránea. La adopción de esta medida siempre estará condicionada a la aprobación de la Compañía propietaria de la línea, quien bajo el acuerdo que se establezca deberá encargarse de su realización.

- Aislamiento los conductores de la línea. En el caso de líneas de Baja Tensión es posible aislar los conductores mediante vainas y caperuzas aislantes, o bien sustituyéndolos por conductores aislados de 1000 V de tensión nominal. Cuando la colocación de estos elementos se realice en tensión, se utilizarán guantes aislantes y cascos de seguridad y se realizará por personal especializado bajo vigilancia del Jefe de obra.
  En el caso de líneas de Alta Tensión podrán sustituirse los conductores desnudos por conductores aislados en el tramo afectado.

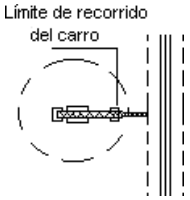
  La adopción de cualquiera de estas medidas estará condicionada a la autorización de la Compañía propietaria de la línea, quien además se encargará de llevarla a cabo.

  Esta medida no implica que los elementos de altura puedan establecer contacto con los conductores aislados puesto que podrían dañar el aislamiento o derribar la línea por impacto. Únicamente permite que sea invadida la zona de prohibición de la línea y contactos accidentales cuando se trate de elementos de altura movidos a mano.

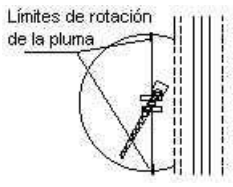
  Frente a elementos de altura motorizados esta medida no tendrá sentido, salvo posibles excepciones en que pueda justificarse la imposibilidad o inocuidad del contacto.

- Instalación de dispositivos de seguridad. Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura instalando dispositivos de seguridad que limiten el recorrido de sus partes móviles. Estos dispositivos suelen ser eléctricos, mecánicos o hidráulicos.

  Por lo general esta medida sólo será aplicable a aquellos elementos de altura que operen inmovilizados sobre el terreno.

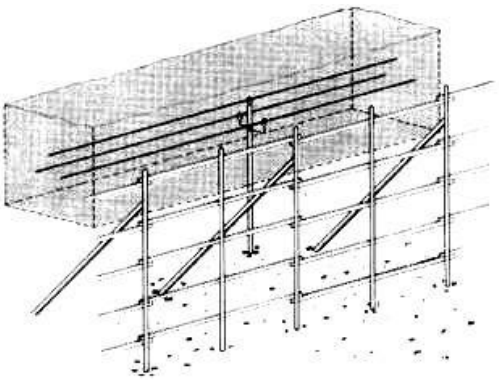


Reducción de la zona de alcance de la carga de una grúa torre mediante un dispositivo que limita el recorrido del carro por la pluma



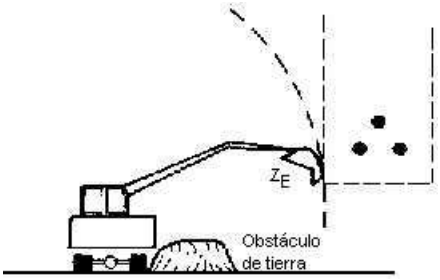
Reducción de la zona de alcance de una grúa torre mediante un dispositivo que limita la rotación de la pluma

- Instalación de resguardos en torno a la línea, de forma que impidan la invasión de su zona de prohibición por partes del elemento de altura o las cargas que transporta.



Para su instalación deberá tenerse en cuenta la aprobación y supervisión de la Compañía propietaria de la línea. Su resistencia estructural estará justificada para hipótesis de viento e impacto. Si es preciso se arriostrarán con objeto de impedir un posible abatimiento sobre la línea. Para su instalación deberá efectuarse el descargo de la línea y si tienen partes metálicas estarán puestas a tierra.

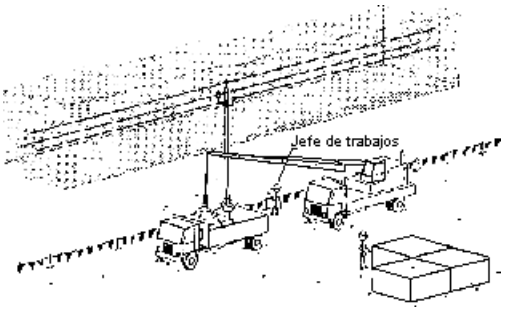
- Colocación de obstáculos en el área de trabajo. Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura colocando obstáculos en el terreno que limiten su movilidad e impidan que pueda invadir la zona de prohibición de la línea.



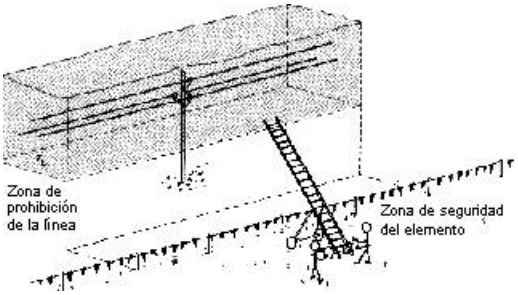
Los obstáculos se dimensionarán de acuerdo con las características del elemento de altura correspondiente de forma que no puedan ser rebasados inadvertidamente por el conductor mismo. Podrán ser parterres, vallas, terraplenes, etc.

- Señalización y balizamiento. La señalización se efectuará mediante cintas o banderolas de color rojo; señales de peligro o indicadores de altura máxima; o alumbrado de señalización, para trabajos nocturnos.

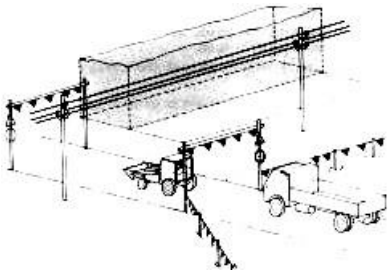
Cuando el trabajo se realice con supervisión permanente del Jefe de obra y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales) se delimitará como mínimo la zona de prohibición de la línea.



Cuando el trabajo se realice sin supervisión permanente del jefe de obra y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales o temporales con elementos de altura movidos a mano) se delimitará la zona de seguridad del elemento sobre el terreno.



La medida tendrá un carácter complementario cuando hayan sido adoptadas medidas de prevención que eviten la posibilidad de contacto. En este caso podrán señalizarse si se estima conveniente la zona de prohibición de la línea; las líneas eléctricas aisladas; las vallas, terraplenes, resguardos, etc.; la zona de seguridad del elemento sobre el terreno cuando se hayan instalado dispositivos de seguridad, etc.



También deberán señalizarse y balizarse los cruzamientos próximos de los accesos con líneas eléctricas aéreas, en los casos que se transite regularmente por ellos (movimientos de tierra, escombros, áridos, etc.).

- Información a los operarios. En cualquier caso se informará a todas las personas implicadas en

el trabajo acerca del riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica y del modo de proceder en caso de accidente.

Esta información se extremará en las personas que manejan los elementos de altura o las cargas que transportan, debiendo conocer además la zona de prohibición de la línea y la zona de alcance del elemento de altura.

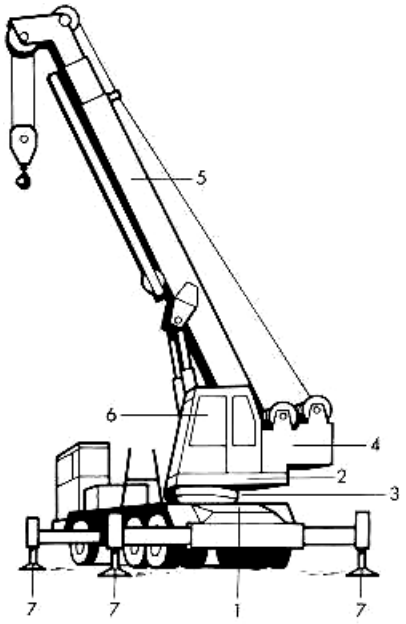
Manejo de cargas pesadas con grúa móvil

Generalidades

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

En el más amplio sentido de su acepción, se entiende por grúa móvil todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.

En este apartado se contemplan aquellas máquinas que han sido concebidas exclusivamente para el movimiento de grandes cargas y que en síntesis están constituidas por los componentes o grupos de elementos que se indican en la siguiente figura.



- Chasis portante: estructura metálica sobre la que, además de los sistemas de propulsión y dirección, se fijan los restantes componentes.

- Superestructura: constituida por una plataforma base sobre corona de orientación que la une al chasis y permite el giro de 360º, la cual soporta la flecha o pluma que

puede ser de celosía o telescópica, equipo de elevación, cabina de mando, y en algunos casos, contrapeso desplazable.

- Elementos de apoyo: a través de los que se transmiten los esfuerzos al terreno, orugas, ruedas y estabilizadores u apoyos auxiliares que disponen las grúas móviles sobre ruedas y están constituidos por gatos hidráulicos montados en brazos extensibles, sobre los que se hace descansar totalmente la máquina lo cual permite aumentar la superficie del polígono de sustentación y mejorar el reparto de cargas sobre el terreno.

Riesgos detectados

Los que con mayor frecuencia se presentan en los trabajos realizados con grúas móviles, que consideramos específicos de esta máquina aunque también pueden serlo de otras, son los que siguen:

- Vuelco de la máquina, que puede producirse por nivelación defectuosa de la misma, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento.
- Precipitación de la carga por fallo en el circuito hidráulico, frenos, etc. por choque de las cargas o del extremo de la pluma contra un obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.) y/ por enganche o estrobado deficientemente realizados.
- Golpes producidos por la carga durante la maniobra o por rotura de cables en tensión.
- Atrapamientos entre elementos auxiliares (ganchos, eslingas, poleas, etc.) o por la propia carga y, en general, entre mecanismos u órganos en movimiento.
- Contacto eléctrico indirecto al entrar la pluma o los cables en contacto con una línea eléctrica.
- Caídas a distinto nivel durante el estrobado o recepción de la carga cuando se realizan a diferentes niveles al que está situada la máquina.
- Caída a nivel durante los desplazamientos requeridos para realizar el estrobado de las cargas o dirigir la maniobra al gruista.
- Cortes o punzamienos durante la preparación o manejo de cargas.
- Caída de objetos producido por desplome de las cargas mal apiladas.
- Choques contra el material mal apilado.
- Proyección de partículas, dado que durante el movimiento de las cargas se desprenden partículas adheridas a las mismas.

- Sobreesfuerzos originados por la utilización del esfuerzo muscular en la preparación de cargas.
- Quemaduras por contacto con superficies calientes (escape de gases).
- Ruido dado que el nivel sonoro puede alcanzar 96 dB en el interior de la cabina de mando.
- Intoxicación por inhalación de los gases producidos por los motores de combustión especialmente cuando su reglaje es defectuoso.

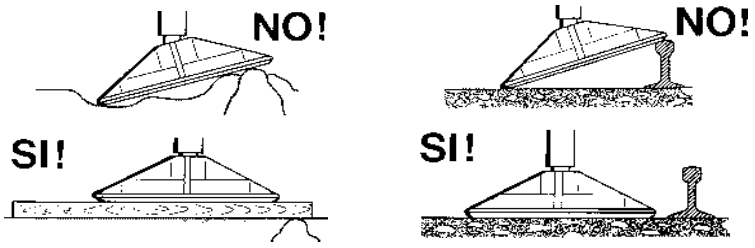
Medidas preventivas

ANTE EL RIESGO DE VUELCO

Se admite que una grúa es segura contra el riesgo de vuelco cuando, trabajando en la arista de vuelco más desfavorable, no vuelca en tanto se cumplen las condiciones impuestas por su constructor.

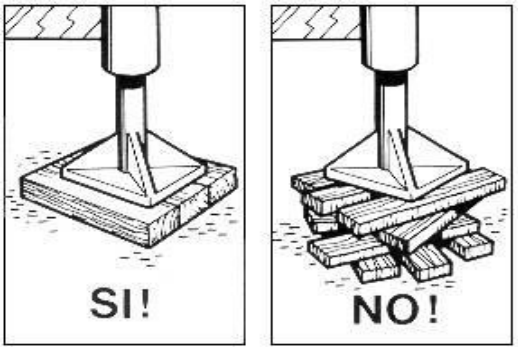
Ante este riesgo deberá procederse actuando como sigue:

- Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras.
- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso con objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada. La nivelación deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos y éstos se detendrán inmediatamente si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.



- Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm de espesor y 1 000 mm de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando

ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior.



- Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecúen a las normas establecidas por el fabricante.

- Asimismo en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél, además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

- Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aún cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.

- La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso. El gruista verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

- Deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice sin movimientos bruscos.

- Cuando el viento sea excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

ANTE EL RIESGO DE PRECIPITACIÓN DE LA CARGA

- Generalmente la caída de la carga se produce por enganche o estrobado defectuosos, por roturas de cables u otros elementos auxiliares (eslingas, ganchos, etc.) o como consecuencia del choque del extremo de la flecha o de la propia carga contra algún obstáculo por lo que para evitar que aquélla llegue a materializarse se adoptarán las siguientes medidas:

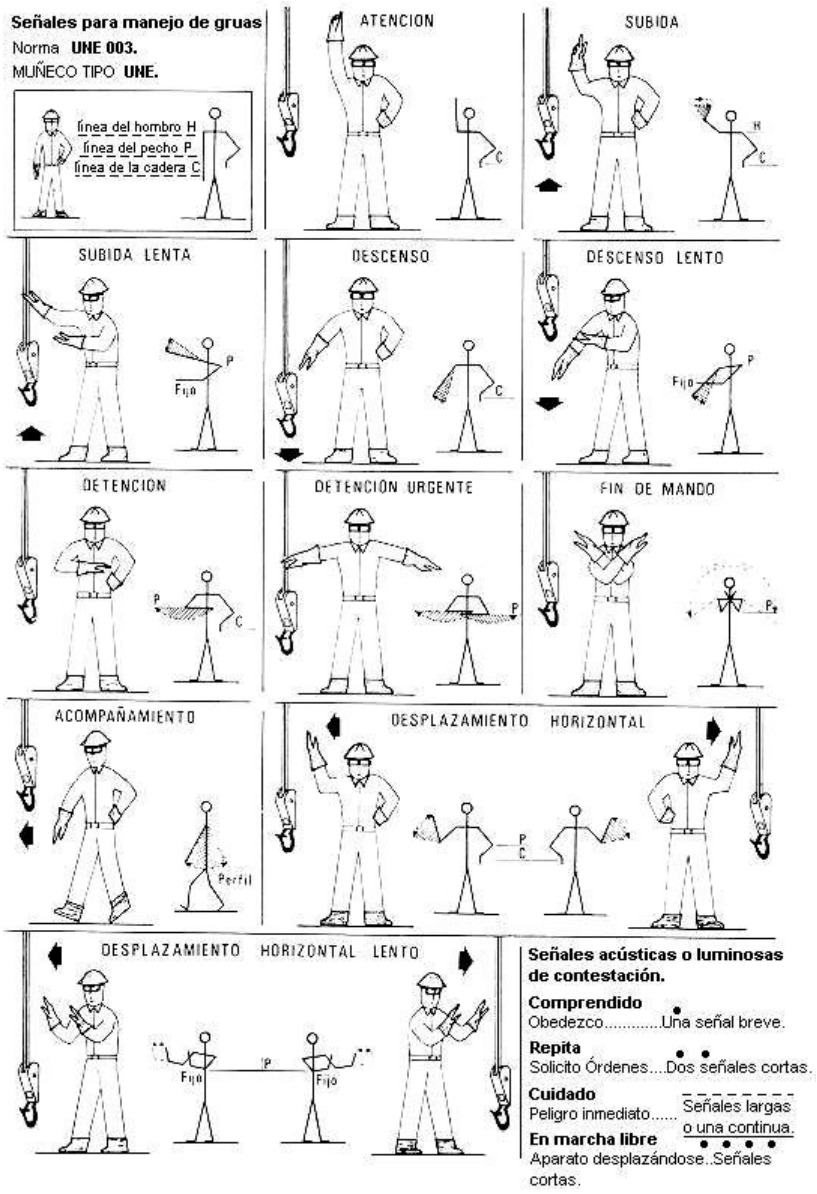
- El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables.

- La zona de maniobra, entendida como el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación, deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

- Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles desprendimientos de aquéllas.

- Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

  El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los restantes operarios. Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes como el gruista, quién a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la Norma UNE 003.



- Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de “fin de carrera”, evitando así el desgaste prematuro de contactos que puede originar averías y accidentes.

  Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel, cercanías de líneas eléctricas), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

Trabajos en altura.

Riesgos

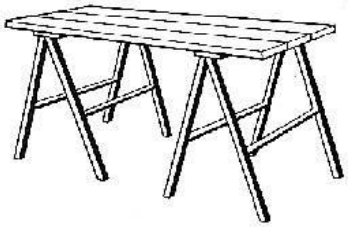
Los trabajos en altura requieren de instalaciones auxiliares que permitan al operario alcanzar la posición necesaria para realizarlos. Entre estas instalaciones las más utilizadas son los andamios.

Los principales riesgos asociados a los trabajos realizados en altura son:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Electrocución por contacto con líneas eléctricas aéreas

Utilización de andamios

El tipo de andamio más utilizado es el de borriquetas, constituido por elementos de madera o metálicos sobre los que apoyan unos tablones para formar el piso del andamio, plataforma de trabajo o andamiada, regulable en altura o no.

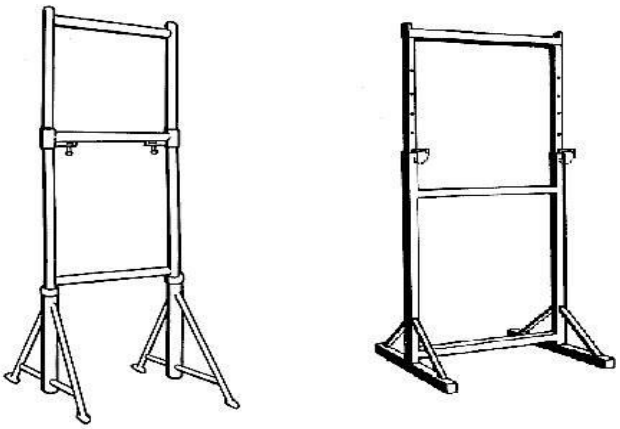


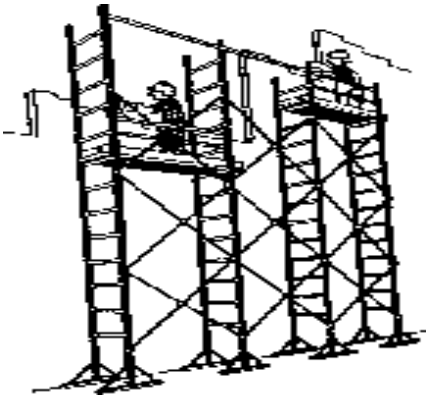
Andamio de borriquetas tipo caballete o asnilla



Andamio de borriquetas verticales

Los de borriquetas verticales se caracterizan porque los soportes son en forma de escalera, con unos pies de sustentación. Estos presentan la ventaja, con respecto a los de tipo asnilla, que permiten conseguir alturas mayores, pudiendo graduarse la altura de los mismos con solo desplazar los tablones que constituyen la plataforma del andamio. Los metálicos suelen tener el travesaño intermedio móvil o bien son telescópicos, lo que aún permite un mayor juego en la graduación de la altura de la andamiada.





Andamio arriostrado

Ello es importante, ya que es frecuente la necesidad de disponer de la plataforma de trabajo a diferentes alturas y mediante borriquetas fijas no se facilita el poder hacerlo de forma segura.

La mayor altura en los andamios de borriquetas, tipo vertical, se logra por medio de bastidores metálicos expresamente construidos para su ensamblaje.

Medidas preventivas

En cuanto al riesgo de caídas:

- El andamio se organizará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los trabajadores puedan estar en él con las debidas condiciones de seguridad, siendo estas últimas extensivas a los restantes trabajadores de la obra.

- Las borriquetas estarán firmemente asentadas para evitar todo corrimiento.

- El orden y limpieza se cuidarán de manera especial alrededor de los andamios de borriquetas, evitándose el acopio de materiales, herramientas, etc.

- En ningún caso se desmontará parcialmente un andamio de forma que permita seguir siendo utilizado, salvo en el caso de que la parte que quede en pie siga cumpliendo las prescripciones de seguridad.

- En los trabajos sobre estructuras abiertas se deberá lograr un cerramiento perimetral mediante una serie de largueros o tablas dispuestas horizontalmente, a modo de barandillas, sujetas sobre soportes verticales y sólidamente fijados.

  O bien, lograr un cerramiento perimetral mediante una red vertical que cubra en longitud toda la zona donde se encuentre ubicado el andamio, y en altura el vano existente entre forjados de pisos. Dicha red se sujetará a puntos resistentes, como pilares, etc.

En cuanto al riesgo de electrocución por contacto directo con líneas eléctricas con conductores desnudos:

- La realización de cualquier trabajo en las proximidades de líneas eléctricas con los conductores desnudos deberá llevarse a cabo guardando la distancia mínima de seguridad.

- De no ser posible, se solicitará oportunamente de la compañía de electricidad el corte de tensión en el tramo de línea correspondiente durante la realización del trabajo.

- Si esto último tampoco fuera posible, se adoptará algún tipo de protección que evite cualquier contacto accidental con los cables eléctricos, ya sea directamente por parte del trabajador, ya a través de algún elemento conductor, como pudiera ser un puntal metálico, la propia estructura del andamio durante el montaje, etc.

Tales medidas las llevará a cabo personal autorizado de la empresa suministradora de electricidad, siendo además recomendable cortar la tensión en el tramo de línea afectado mientras se estén realizando trabajos en su proximidad.

Verificaciones periódicas

Los andamios de borriquetas, así como las protecciones instaladas, se deberán verificar por persona competente:

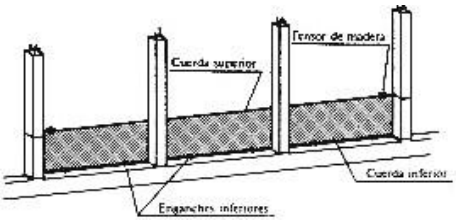
- Antes de su puesta en servicio.
- Al menos una vez por semana.
- Después de una interrupción prolongada de los trabajos.
- Cada vez que su estabilidad o su resistencia puedan estar comprometidas.
- Además, diariamente por los encargados y trabajadores que hayan de utilizarlos.

Redes de seguridad

Las redes pueden tener por objeto bien impedir la caída de personas u objetos o bien, cuando esto no sea posible, limitar la caída de personas y objetos.

Redes para impedir la caída:

- Redes tipo tenis
- Redes verticales.
- Redes horizontales (en huecos)



Red tipo tenis

Redes para limitar la caída:

- Redes horizontales
- Redes con soporte tipo horca.

Barandillas

Son, junto con las redes, los dispositivos de seguridad colectiva ante el riesgo de caída a distinto nivel más utilizados.

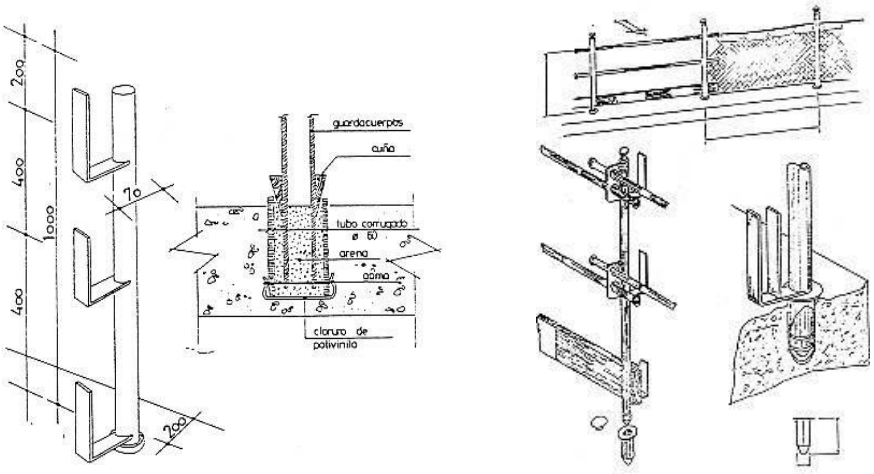
Las barandillas, también denominadas guardacuerpos, estarán formadas por los siguientes elementos:

Barandilla, propiamente dicha, constituida por la barra superior.

Listón intermedio: es el elemento situado entre el plinto y la barandilla que evita que pase el cuerpo de una persona bajo la barandilla

Plinto o rodapié: es el elemento apoyado sobre el suelo que impide la caída de objetos.

Montante: es el elemento vertical que permite el anclaje del conjunto del guardacuerpo al borde de la abertura a proteger; en él se fijan la barandilla, el listón intermedio y el plinto. Todos los elementos fijados al montante irán sujetos de forma rígida por la parte interior de los mismos.



Montante incorporable al forjado o losa

Utilización de herramientas manuales

Introducción

Las herramientas manuales son utilizadas, generalmente, de forma individual y únicamente requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana.

Los accidentes producidos por las herramientas manuales constituyen una parte importante de los accidentes de trabajo, en particular, los de carácter leve, debido al elevado número de trabajadores que hacen uso de ellas. En ocasiones estos accidentes provocan incapacidades permanentes parciales es importante.

Aproximadamente el 10 % del total de accidentes de trabajo los producen las herramientas, constituyendo el 4 % de los accidentes graves. Además, el 85 % de los accidentes de trabajo con herramientas, lo han sido con las manuales.

Riesgos y causas

Se describen a continuación y de forma general los principales riesgos derivados del uso, transporte y mantenimiento de las herramientas manuales y las causas que los motivan.

Riesgos

Los principales riesgos asociados a la utilización de las herramientas manuales son:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo

normal con las mismas.

- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Causas

Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta.
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas se pueden dividir en cuatro grupos que empiezan en la fase de diseño de la herramienta, las prácticas de seguridad asociadas a su uso, las medidas preventivas específicas para cada herramienta en particular y finalmente la implantación de un adecuado programa de seguridad que gestione la herramienta en su adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento y eliminación.

Diseño ergonómico de la herramienta

Desde un punto de vista ergonómico las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces, a saber:

- Desempeñar con eficacia la función que se pretende de ella.
- Proporcionada a las dimensiones del usuario.
- Apropiada a la fuerza y resistencia del usuario.
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario.

<u>Forma del mango</u>

Debe adaptarse a la postura natural de asimiento de la mano. Debe tener forma de un cilindro o un cono truncado e invertido, o eventualmente una sección de una esfera. La transmisión de esfuerzos y la comodidad en la sujeción del mango mejora si se obtiene una alineación óptima entre el brazo y la herramienta.

Las formas más adecuadas son los sectores de esferas, cilindros aplanados, curvas de perfil largo y planos simples.

Diámetro y longitud del mango.

Para una prensión de fuerza el diámetro debe oscilar entre 25 y 40 mm. La longitud más adecuada es de unos 100 mm.

Textura.

Las superficies más adecuadas son las ásperas pero romas.

Prácticas de seguridad

El empleo inadecuado de herramientas de mano es el origen de una cantidad importante de lesiones.

A grandes rasgos, se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

Gestión de las herramientas

La disminución a un nivel aceptable de los accidentes producidos por las herramientas manuales requiere, además de un correcto diseño y una adecuada utilización, una gestión apropiada de las mismas que incluya una actuación conjunta sobre todas las causas que los originan mediante la implantación de un programa de seguridad completo que abarque las siguientes fases:

- Adquisición de la herramienta adecuada al tipo de trabajo a realizar.
- Adiestramiento en la utilización
- Los trabajadores deberán seguir un plan de adiestramiento en el correcto uso de cada herramienta que deba emplear en su trabajo.
- No se deben utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido concebidas.
- Se debe utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación y los elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.
- No se trabajará con herramientas estropeadas.

Observaciones planeadas del trabajo.

Periódicamente se observarán cómo se efectúan las operaciones con las distintas herramientas manuales por parte de los mandos intermedios y las deficiencias detectadas durante las observaciones se comunicarán a cada operario para su corrección, explicando de forma práctica en cada caso cuál es el problema y cuál la solución asociada

Control y almacenamiento

Se asignará a los operarios las herramientas adecuadas a las operaciones que deban realizar.

Para el almacenamiento, se ordenarán en estantes adecuados mediante la instalación de paneles u otros sistemas. Al inicio de la jornada laboral las herramientas necesarias serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento al final de la misma.

Periódicamente se debe inspeccionar el estado de las herramientas y las que se encuentren deterioradas enviarlas al servicio de mantenimiento para su reparación o su eliminación definitiva.

Mantenimiento.

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen desechando las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.

En general para el tratado y afilado de las herramientas se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Transporte

El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.

Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos, sean punzantes o cortantes o no.

Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

Equipos de protección individual

Definición

Se entiende por equipo de protección individual (EPI) cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

El EPI no tiene por finalidad realizar una tarea o actividad sino, exclusivamente, proteger de los riesgos que la tarea o actividad presenta. Por tanto, no tendrán la consideración de EPI, según la definición

anterior, las herramientas o útiles aunque los mismos estén diseñados para proteger contra un determinado riesgo (herramientas eléctricas aislantes, etc.).

Los complementos o accesorios cuya utilización sea indispensable para el correcto funcionamiento del equipo y contribuyan a asegurar la eficacia protectora del conjunto, también tienen la consideración de EPI. En el caso de las caídas de altura, por ejemplo, el equipo fundamental de protección es el arnés anticaídas. No obstante, para que este equipo ofrezca una protección adecuada, es necesario complementarlo con un elemento de amarre adecuado. Estos dispositivos complementarios también son EPI y tanto el arnés anticaídas como los elementos de amarre deberán utilizarse conjuntamente. Por tanto, cuando se utilizan accesorios o complementos, si éstos son indispensables para el funcionamiento eficaz del EPI, se procederá de igual forma que si se trata de un EPI.

Equipos de protección en obras de construcción

A continuación, se relacionan los equipos de protección individual más corrientes en este tipo de obras.

Protectores de la cabeza

- Cascos de seguridad (obras públicas y construcción, minas e industrias diversas).
- Cascos de protección contra choques e impactos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.).
- Cascos para usos especiales (fuego, productos químicos, etc.).

Protectores del oído

- Protectores auditivos tipo “tapones”.
- Protectores auditivos desechables o reutilizables.
- Protectores auditivos tipo “orejeras”, con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
- Cascos antirruido.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
- Protectores auditivos dependientes del nivel.
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.

Protectores de los ojos y de la cara

- Gafas de montura “universal”.
- Gafas de montura “integral” (uni o biocular).
- Gafas de montura “cazoletas”.
- Pantallas faciales.

- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).

Protección de las vías respiratorias

- Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).
- Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
- Equipos filtrantes mixtos.
- Equipos aislantes de aire libre.
- Equipos aislantes con suministro de aire.
- Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.
- Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura.

Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes contra las agresiones químicas.
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Manoplas.
- Manguitos y mangas.

Protectores de pies y piernas

- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Calzado de trabajo.
- Calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.
- Calzado y cubrecalzado de protección contra el frío.
- Calzado frente a la electricidad.
- Calzado de protección contra las motosierras.
- Protectores amovibles del empeine.
- Polainas.

- Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación o antitranspiración).
- Rodilleras.

Protectores de la piel

- Cremas de protección y pomadas.

Protectores del tronco y el abdomen

- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
- Cinturones de sujeción del tronco.
- Fajas y cinturones antivibraciones.

Protección total del cuerpo

- Equipos de protección contra las caídas de altura.
- Dispositivos anticaídas deslizantes.
- Arneses.
- Cinturones de sujeción.
- Dispositivos anticaídas con amortiguador.
- Ropa de protección.
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes).
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.
- Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
- Ropa de protección contra fuentes de calor intenso o estrés térmico.
- Ropa de protección contra bajas temperaturas.
- Ropa antipolvo.
- Ropa antigás.
- Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retrorreflectantes, fluorescentes).

Indicaciones para la evaluación de equipos de protección individual

Seguidamente se incluye, para los EPI más utilizados, una relación de los riesgos que deben cubrir, los riesgos debidos al propio equipo y los riesgos debidos a su utilización.

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA		
Riesgos que deben cubrirse		
Acciones generales no específicas	Molestias debidas a la utilización	Ocular con Resistencia mecánica suficiente y un modo de rotura en esquirlas no peligroso
	Penetración de cuerpos extraños de poca energía.	Estanqueidad y resistencia.
Acciones mecánicas	Partículas de alta velocidad, esquirlas, proyección	Resistencia mecánica.
	Puntas de pistola para soldar plásticos.	
Acciones térmicas / mecánicas	Partículas incandescentes a gran velocidad.	Resistencia a los productos incandescentes o en fusión.
Acción del frío	Hipotermia de los ojos.	Estanqueidad en la cara.
Acción química	Irritación causada por:	Estanqueidad (protección lateral) y Resistencia química.
	Gases	
	Aerosoles	
	Polvos	
	Humos	
Acción de las radiaciones	Fuentes técnicas de radiaciones infrarrojas, visibles y ultravioletas, radiaciones ionizantes y radiación laser	Características filtrantes del Ocular
	Radiación natural: luz de día	Estanquidad de la Radiación de la montura
		Montura opaca a la radiación.
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestias al trabajar	Insuficiente confort de uso:	Diseño ergonómico:
	Volumen demasiado grande	Menor volumen
	Aumento de la transpiración	Ventilación suficiente, ocular antivaho
	Mantenimiento deficiente, demasiado presión de contacto	Adaptabilidad individual al usuario
Accidentes y peligros para la salud	Mala compatibilidad	Calidad de los materiales
	Falta de higiene	Facilidad de mantenimiento.
	Riesgo de corte debido a la presencia de aristas cortantes	Aristas y bordes redondeados
		Utilización de oculares de seguridad
	Alteración de la visión debida a mala calidad óptica, como distorsión de las imágenes, modificación de los colores, en particular de las señales, difusión	Controlar la clase de Calidad óptica
	Reducción del campo visual.	Utilizar oculares resistentes a la abrasión.
Accidentes y peligros para la salud	Reflejos	Oculares de dimensiones suficientes.
	Cambio brusco e importante de transparencia (claro / oscuro)	Oculares y montura antirreflejos.
	Ocular empañado	Velocidad de reacción de los oculares (fotocrómicos)
		Equipo antivaho.
Alteración de la función protectora debido al envejecimiento	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización	Resistencia del protector a las agresiones industriales

				Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de utilización.
	Riesgos debidos a la utilización del equipo			
		Eficacia insuficiente de la protecció	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los RIESGOS y condicionamientos industriales
				Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso)

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
PROTECTORES DEL OÍDO		
Riesgos que deben cubrirse		
Acción del ruido	Ruido continuo	Atenuación acústica suficiente para cada situación sonora.
	Ruido repentino	
Acciones térmicas	Proyecciones de gotas de metal, ej. al soldar.	Resistencia a los productos fundidos o incandescentes.
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestias al trabajar	Insuficiente confort de uso:	Diseño ergonómico:
	Demasiado voluminoso	Volumen.
	Demasiada presión	Esfuerzo y presión de aplicación
	Aumento de la transpiración, insuficiente mantenimiento en posición	Adaptabilidad individual.
Limitación de la capacidad de comunicación acústica	Deterioro de la inteligibilidad de la palabra, del reconocimiento de las señales, del reconocimiento de los ruidos informativos en relación con el trabajo, de la localización direccional.	Variación de la atenuación con la frecuencia, reducción de las potencias acústicas
		Posibilidad de reemplazar los auriculares por tapones para los oídos
		Elección previa prueba auditiva.
		Utilización de un protector electroacústico apropiado.
Accidentes y peligros para la salud.	Mala compatibilidad	Calidades de los materiales
	Falta de higiene	Facilidad de mantenimiento, posibilidad de sustitución de las orejeras por auriculares, utilización de tapones desechables para los oídos.
	Materiales inadaptados	Limitación del diámetro de las fibras minerales de los tapones para los oídos
	Aristas vivas	Aristas y ángulos redondeados
	Enganchamiento del pelo	Eliminación de los elementos que puedan producir pellizcos
	Contacto con cuerpos incandescentes	Resistencia a la combustión y a la fusión
	Contacto con la llama.	Ininflamabilidad, resistencia a la llama.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento.	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	Resistencia del equipo a las agresiones industriales
		Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso)
		Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario.
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y conocimiento del riesgo
		Respeto de las indicaciones del fabricante.
	Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	Mantenimiento en buen estado
		Controles periódicos
		Sustitución oportuna
		Respeto de las indicaciones del fabricante.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS		
Riesgos que deben cubrirse		
Acciones de sustancias peligrosas contenidas en el aire respirable.	Contaminantes atmosféricos en forma de partículas (polvos, humos, aerosoles)	Filtros de partículas de eficacia apropiada (clase de filtración) a la concentración, a la toxicidad / nocividad para la salud y al espectro granulométrico de las partículas. Merecen especial atención las partículas líquidas (gotitas, nieblas).
	Contaminantes en forma de gases y vapores	Elección de los tipos de filtro antigás apropiados y de las clases en función de las concentraciones, la toxicidad / nocividad para la salud, la duración de la utilización prevista y las dificultades del trabajo.
	Contaminantes en forma de aerosoles de partículas y de gases	Elección de las combinaciones apropiadas de filtros análoga a la de los filtros frente a las partículas y los filtros antigás.
Falta de oxígeno en el aire respirable.	Retención de oxígeno. Descenso del oxígeno.	Garantía de alimentación de aire respirable del equipo.
		Respeto de la capacidad de suministro de aire respirable del equipo en relación con el tiempo de intervención.
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestias al trabajar.	Insuficiente confort de uso:	Diseño ergonómico:
	Tamaño.	Adaptabilidad.
	Volumen.	Volumen escaso, buen reparto de los volúmenes.
	Alimentaciones	Libertad de movimientos para la cabeza.
	Resistencia respiratoria	Resistencia respiratoria y sobrepresión en la zona respiratoria
	Microclima bajo la máscara	Aparato con válvulas, ventilación asistida
	Utilización.	Manipulación / utilización sencillas.
Accidentes y peligros para la salud.	Mala compatibilidad. Falta de higiene. No estanquidad (fuga).	Calidad de los materiales. Facilidad de Mantenimiento y desinfección. Apoyo estanco de la pieza facial sobre la cara del portador; Estanquidad del equipo.
	Enriquecimiento en CR2 del aire inspirado.	Equipo provisto de válvulas respiratorias, según el caso, con ventilación asistida o absorbedores de CO2.
	Contacto con las llamas, chispas o proyecciones de metales en fusión.	Utilización de materiales ininflamables.
	Reducción del campo visual. Contaminación.	Amplitud suficiente del campo visual. Resistencia, aptitud para la descontaminación.
Alteración de la función protectora debido al envejecimiento.	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	Resistencia del equipo a las agresiones industriales. Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo.
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso).
		Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Respeto de los límites de uso y de los plazos de utilización; en caso de concentraciones demasiado fuertes o falta de oxígeno, se utilizarán equipos aislantes en vez de equipos filtrantes
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario y de la Posibilidad de adaptación.
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. Respeto de las normas de uso, de las informaciones y de las instrucciones del fabricante, de los organismos de seguridad y de los laboratorios de ensayo.
	Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	Mantenimiento en buen estado
		Controles periódicos
		Respeto de la duración de utilización. Sustitución oportuna
		Respeto de las indicaciones del fabricante, así como de las normas de seguridad.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
GUANTES DE PROTECCIÓN		
Riesgos que deben cubrirse		
Acciones generales.	Por contacto	Envoltura de la mano
	Desgaste relacionado con el uso.	Resistencia al desgarro, alargamiento, resistencia a la abrasión.
Acciones mecánicas.	Por abrasivos de decapado, objetos cortantes o puntiagudos.	Resistencia a la penetración, a los pinchazos y a los cortes
	Choques.	Relleno.
Acciones térmicas.	Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente.	Aislamiento contra el frío o el calor.
	Contacto con llamas.	Ininflamabilidad, resistencia a la llama.
	Acciones al realizar trabajos de soldadura.	Protección y resistencia a la radiación y a la proyección de metales en fusión.
Acciones eléctricas.	Tensión eléctrica	Aislamiento eléctrico
Acciones químicas.	Daños debidos a acciones químicas	Estanqueidad, resistencia
Acciones de las vibraciones.	Vibraciones mecánicas	Atenuación de las Vibraciones
Contaminación.	Contacto con productos radiactivos	Estanqueidad, aptitud para la descontaminación, resistencia
Riesgos que deben cubrirse		
Incomodidad y molestias al trabajar.	Insuficiente confort de uso.	Diseño ergonómico:
		Volumen, progresión de las tallas, masa de la superficie, confort, permeabilidad al vapor de agua
Accidentes y peligros para la salud.	Mala compatibilidad	Calidades de los materiales
	Falta de higiene	Facilidad de Mantenimiento
	Adherencia excesiva	Forma ajustada, hechura
Alteración de la función protectora debido al envejecimiento	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización	Resistencia del equipo a las agresiones industriales
		Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo
		Conservación de las dimensiones
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respeto de las indicaciones del fabricante (instucciones de uso)
		Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario.
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y conocimiento del riesgo. Respetando las indicaciones del fabricante.
	Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	Mantenimiento en buen estado
		Controles periódicos
		Sustitución oportuna
		Respeto de las indicaciones del fabricante.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD		
Riesgos que deben cubrirse		
Acciones mecánicas.	Caídas de objetos o aplastamientos de la parte anterior del pie.	Resistencia de la punta del calzado.
	Caída e impacto sobre el talón del pie	Capacidad del tacón para absorber energía
		Refuerzo del contrafuerte
	Caída por resbalón	Resistencia de la suela al deslizamiento
	Caminar sobre objetos puntiagudos o cortantes.	Calidad de la suela antiperforación
	Acción sobre:	Existencia de una protección eficaz de:
	Maleolos	maleolos
	Metaterso	metatarso
	Pierna.	pierna.
Acciones eléctricas.	Baja y media tensión	Aislamiento eléctrico
	Alta tensión.	Conductibilidad eléctrica
Acciones térmicas.	Frío o calor. Proyección de metales en fusión.	Aislamiento térmico
		Resistencia y Estanqueidad
Acciones químicas.	Polvos o líquidos agresivos.	Resistencia y estanqueidad.
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestia al trabajar.	Insuficiente confort de uso:	Diseño ergonómico: forma, relleno, número del calzado
	Mala adaptación del calzado al pie	Permeabilidad al vapor de agua y capacidad de absorción de agua
	Mala evacuación de la transpiración	Flexibilidad, masa
	Fatiga debida a la utilización del equipo.	Estanqueidad.
	Penetración de la humedad.	
Accidentes y peligros para la salud.	Mala compatibilidad	Calidad de los materiales
	Falta de higiene	Facilidad de mantenimiento
	Riesgo de luxaciones y esguinces debido a la mala sujeción del pie	Rigidez transversal del calzado y de la combadura del calzado, buena adaptación al pie.
Alteración de la función de protección debida al envejecimiento.	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización	Resistencia de la suela a la corrosión, a la abrasión, al uso
		Resistencia del equipo a las agresiones industriales
		Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de utilización
Carga electroestática del portador.	Descarga electroestática	Conductibilidad eléctrica
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respetando las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso)
		Respetando el marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. Respetando las indicaciones del fabricante.

			Suciedad, desgaste o deteroro del equipo.	Mantenimiento en buen estado. Controles periódicos. Sustitución oportuna. Respetando las indicaciones del fabricante.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
ROPA DE PROTECCIÓN		
Riesgos que deben cubrirse		
Acciones generales.	Por contacto	Protección del tronco
	Desgaste debido a la utilización.	Resistencia al rasgado, alargamiento, resistencia al comienzo de rasgado.
Acciones mecánicas.	Por abrasivos de decapado, objetos puntiagudos y cortantes.	Resistencia a la penetración.
Acciones térmicas.	Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente	Aislamiento contra el frío o el calor, mantenimiento de la función protectora. Incombustibilidad, resistencia a la llama
	Contacto con las llamas	
	Por trabajos de soldadura	Protección y resistencia a la radiación y a las proyecciones de metales en fusión.
Acción de la electricidad.	Tensión eléctrica.	Aislamiento eléctrico.
Acciones químicas.	Daños debidos a acciones químicas.	Estanqueidad y resistencia a las agresiones químicas.
Acción de la humedad.	Penetración de agua.	Permeabilidad al agua.
Falta de visibilidad.	Percepción insuficiente. Contacto con productos radiactivos.	Color vivo, retrorreflexión. Estanqueidad, aptitud para la descontaminación, resistencia.
Contaminación.		
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestias al trabajar.	Insuficiente confort de uso.	- Diseño ergonómico: dimensiones, progresión de las tallas, volumen de superficie, confort, permeabilidad al vapor de agua.
Accidentes y peligros para la salud.	Mala compatibilidad	Calidad de los materiales
	Falta de higiene	Facilidad de mantenimiento
	Adherencia excesiva.	Forma ajustada, hechura.
Alteración de la función de protección debida al envejecimiento.	Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	Resistencia del equipo a las agresiones industriales
		Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo
		Conservación de las dimensiones.
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	
		Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respetando las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso)
		Respetando el marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario.
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo:
		Respetando las indicaciones del fabricante.
	Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	Mantenimiento en buen estado
		Controles periódicos
		Sustitución oportuna
		Respetando las indicaciones del fabricante.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

RIESGOS	ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS	FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD PARA LA ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL EQUIPO
PROTECTORES CONTRA LAS CAÍDAS		
Riesgos que deben cubrirse		
Impacto.	Caída de altura. Pérdida del equilibrio.	Resistencia y aptitud del equipo y del punto de enganche (anclaje).
Riesgos debidos al equipo		
Incomodidad y molestias al trabajar.	Diseño ergonómico insuficiente.	Diseño ergonómico:
	Limitación de la Libertad de movimientos.	Modo de construcción.
		Volumen.
		Flexibilidad.
		Facilidad de colocación
		Dispositivo de presión con regulación automática longitudinal.
Accidentes y peligros para la salud.	Tensión dinámica ejercida sobre el equipo y el usuario durante el frenado de la caída.	Aptitud del equipo:
		Reparto de los esfuerzos de frenado entre las partes del cuerpo que tengan cierta capacidad de absorción
		Reducción de la fuerza de frenado
		Distancia de frenado
		Posición de la hebilla de fijación.
	Movimiento pendular y choque lateral.	Punto de enganche por encima de la cabeza, enganche en otros puntos (anclaje).
	Carga estática en suspensión ejercida por las correas.	Diseño del equipo (reparto de fuerzas).
	Tropiezo en el dispositivo de enlace.	Dispositivo de enlace corto, por ejemplo, reductor de correa, dispositivo anticaídas.
Alteración de la función de protección debida al envejecimiento.	Alteración de la resistencia mecánica relacionada con la intemperie, las condiciones ambientales, la limpieza y la utilización.	Resistencia a la corrosión
		Resistencia del equipo a las agresiones industriales
		Mantenimiento de la función de protección durante toda la duración de utilización.
Riesgos debidos a la utilización del equipo		
Eficacia protectora insuficiente.	Mala elección del equipo.	Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:
		Respetando las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso)
		Respetando el marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica)
		Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario.
	Mala utilización del equipo.	Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo
		Respetando las indicaciones del fabricante.
	Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	Mantenimiento en buen estado
		Controles periódicos
		Sustitución oportuna
		Respetando las indicaciones del fabricante.

Instalaciones eléctricas

Contadores de energía. Caja general de protección. acometida

Para el cuadro temporal de obra se instalará un módulo normalizado para la ubicación de contadores de energía, incluyendo un contador de energía reactiva.

Se debe realizar una derivación de la red de suministro hasta la caja general de protección apropiada, en función de la potencia instalada y dotada de cartuchos fusibles calibrados e incluso puesta a tierra y borne de conexión para el centro de transformación.

La acometida se realizará con red trenzada de Baja Tensión mediante postes de sujeción.

Cuadro general y cuadros secundarios

De la caja general de protección se realiza la derivación al equipo de medida, cuadro general de mando y protección.

El cuadro general de mando y protección tipo intemperie y de montaje provisional ha de instalarse de las dimensiones apropiadas para albergar tanto al equipo de medida, como los elementos de mando y protección del conjunto de la instalación, e incluso las distintas tomas de corriente para los puntos de utilización.

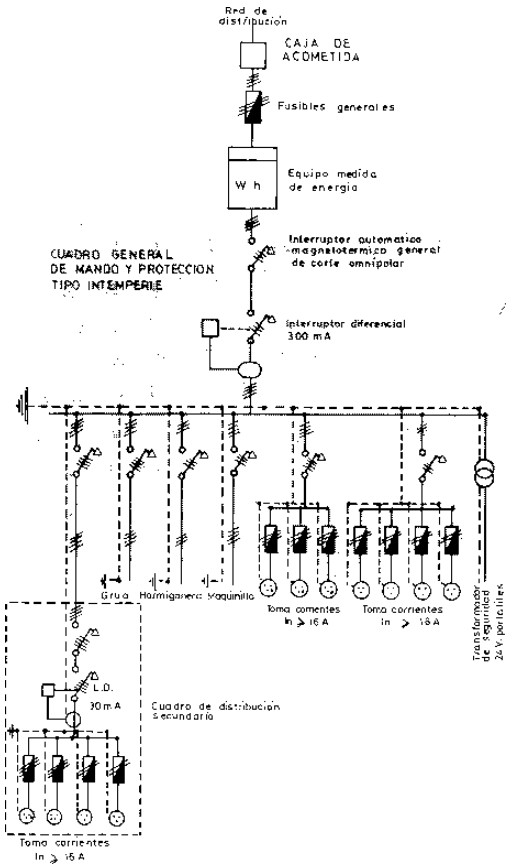
Las protecciones con que debe contar este cuadro, ya que han de instalarse varios circuitos, tanto en fuerza como en alumbrado y contando con tensión 220/380 V en (3 F
+ N + T), son:

- interruptor automático de corte omnipolar,
- interruptor diferencial tetrapolar,
- distintos automáticos magnetotérmicos III (para proteger T.C. trifásicas)
- interruptor diferencial bipolar
- magnetotérmicos unipolares (para las distintas salidas a T.C. monofásicas),
- transformador de seguridad con salida no superior a 24 V (para alimentación de herramientas eléctricas portátiles).

El dimensionamiento y calibración de los distintos elementos, que compondrán el cuadro de obra, vendrán definidos en función de la potencia de los receptores.

La calibración de tomas de corriente, protecciones magnetotérmicas y diferenciales, así como la sección de los conductores a emplear, vendrán determinados por la potencia de los receptores, bien individuales o de forma colectiva.

En la figura adjunta se muestran esquemas eléctricos unifilares con protecciones calibradas en función de la potencia de los receptores.



Esquema eléctrico unifilar

Medios de protección para posibles contactos

Para protección contra contactos eléctricos directos se tendrán presentes las siguientes medidas:

- Interposición de obstáculos
- Distancia seguridad partes activas de las instalaciones
- Aislamiento efectivo de las partes activas

Para protección de contactos eléctricos indirectos:

- Puesta a tierra con interruptor diferencial de la instalación
- Tensión de seguridad
- Doble aislamiento

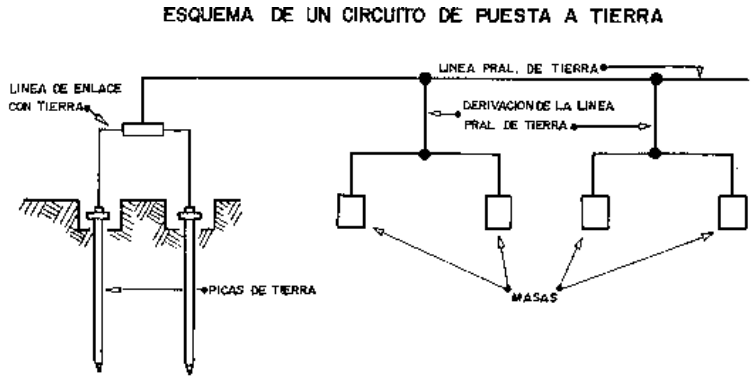
Puesta a tierra

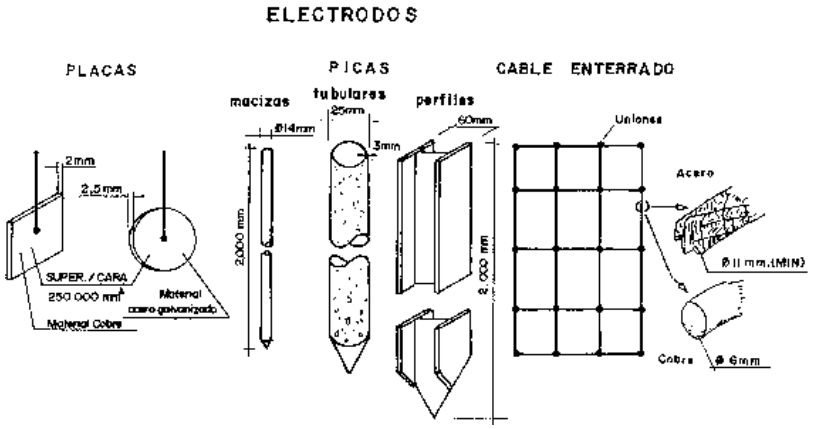
La puesta a tierra consiste en unir a la masa terrestre un punto de una instalación eléctrica a través de

una conexión eléctrica de baja resistencia.

La toma de tierra de la instalación estará constituida por:

- Punto de puesta a tierra, constituido por dispositivo de conexión (regleta, borne) que permite la unión entro los conductores de la línea de enlace y principal de tierra.
- Línea de enlace con tierra, formado por los conductores que unen el electrodo con el punto de puesta a tierra, con sección mínima de 35 mm2.
- Electrodo, masa metálica permanentemente en buen contacto con el terreno. Estos pueden ser: placas enterradas de cobre; picas verticales de tubo de acero recubierto de cobre o cromo; conductores enterrados horizontalmente, de cobre desnudo.





Tensión de seguridad

La efectividad de esta medida preventiva se basa en la imposibilidad física de que la intensidad que pueda circular por el cuerpo humano sea superior a los límites deseguridad. No será superior a 24 voltios para trabajos en locales considerados como mojados.

Se obtendrá mediante transformador de seguridad, con salida a esta tensión, que hace innecesario el empleo de otras protecciones. Los conductores aislados que se empleen en estos circuitos podrán ser de 250 voltios de tensión nominal. No obstante, el empleo de esta tensión, está limitado a que los receptores puedan ser utilizados a esta pequeña tensión de funcionamiento.

Doble aislamiento

Los útiles y herramientas portátiles, con accionamiento eléctrico a tensiones normales 220/380 V, deben estar dotados de este tipo de protección

Instalaciones de higiene y bienestar

Teniendo en cuenta el número de trabajadores previsto, se instalarán barracones de dimensiones suficientes para ubicar, al menos, las siguientes dependencias:

- Aseos (dos módulos)
- Vestuarios (dos módulos)
- Comedor (dos módulos)

Asimismo, se construirá un local independiente en el que se ubicará la oficina de obra y otro que servirá de botiquín, con sala de espera, sala de curas, despacho y aseo.

Todas estas dependencias tendrán acceso independiente desde el exterior, transportando al personal de la obra a los distintos tajos mediante la utilización de furgonetas de 9 plazas.

Seguidamente se relaciona las dotaciones, por módulo, con las que deben contar los aseos, los vestuarios y el comedor.

Normas generales de conservación y limpieza

Los suelos, las paredes y los techos de aseos, vestuarios y duchas serán continuos, de colores claros y estarán imperbeabilizados con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes y/o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de las duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios aptos para su utilización.

Todas las estancias estarán dotadas de luz y climatización.

En la oficina de obra, en cuadro situado en el exterior, se colocará de forma bien visible la dirección del centro de asistencia de urgencias y los teléfonos del mismo.

5.2 Riesgos de daños a terceros

Entre estas medidas cabe destacar las siguientes:

- Señalización del enlace de los caminos de obra con las carreteras y caminos de la zona con las

prohibiciones de giro, paradas obligatorias y limitación de velocidad. Indicación del tonelaje máximo.

- Señalización anticipada de la zona de obras.
- Prohibición de acceso a la obra de personas ajenas a la misma, indicándolo en las puertas colocadas en el cerramiento necesario, así como los horarios de trabajo, los riesgos de proyecciones, de tráfico pesado, etc.
- Evitar las afecciones medioambientales mediante una conservación adecuada de los caminos, riegos periódicos, vallas que impidan contaminación acústica, drenaje adecuado y soluciones provisionales adecuadas a las alteraciones en la red de drenaje provocadas por las obras.
- Instalación de pasarelas metálicas homologadas con pasamanos para los pasos de viandantes y entradas a las viviendas.
- Relleno de zahorra artificial en zanja abierta para paso de vehículos.

5.3 Formación, medicina preventiva y primeros auxilios

Formación

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo empleados en el tajo a que se vaya a incorporar, de los riesgos que estos métodos de trabajo acarrean y de las medidas de seguridad a emplear.

En la formación impartida deben colaborar los vigilantes de seguridad y los encargados del tajo.

Se impartirán también cursillos de socorrismo y primeros auxilios de forma tal que todos los tajos dispongan de la información precisa y al menos un responsable de estos menesteres.

Medicina preventiva

Todo el personal afiliado a la obra deberá de pasar un reconocimiento médico previo que se repetirá, a lo más, en los 8 meses siguientes.

El personal que trabaje en tajos con riesgos específicos, maquinistas de bulldozer y palas cargadoras, de herramientas neumáticas, vibrado de hormigón etc., pasará reconocimiento médico que indiquen la existencia o no de riesgo, y la bondad de las medidas de prevención.

Primeros auxilios

En la proximidad de los tajos con más posibilidad de riesgo -viaductos, grandes desmontes y grandes estructuras- se dispondrá de un botiquín pertrechado con el material para curas elementales.

En las oficinas principales, y cerca siempre de buenas vías de comunicación, se dispondrá de un vagón botiquín equipado con el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Es obligatorio disponer en obra, en cada uno de los tajos importantes antes reseñados y en las

instalaciones de obra (plantas de suelo-cemento y hormigón, talleres, emplazamientos de préstamos) y en lugar bien señalizado, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias y paradas de taxis, para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

En la información gráfica figurarán también las instrucciones para evacuación del lugar del accidente, que será por medios propios de la obra, de acuerdo con las instrucciones del socorrista, a los Centros Médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.), o con medios ajenos previamente requeridos: ambulancia, taxis, etc.

6 Directorio de centros de asistencia sanitaria

Existirá un botiquín para primeros auxilios en cada uno de los tajos de la obra el cual contendrá material necesario para efectuar las primeras curas en caso de accidente.

Los botiquines se revisarán mensualmente, reponiéndose inmediatamente los productos consumidos.

Estarán debidamente señalizados y a cargo de una persona que lleve el control de los materiales gastados. Su contenido será como mínimo:

- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Yodo.
- Mercurio-cromo.
- Analgésicos.
- Vendas (2 tamaños).
- Esparadrapo y tiritas.
- Tijeras.
- Pinzas.

Los centros sanitarios de referencia para la obra, tanto por sus características como por su cercanía a obra, son:

- Unitat Bàsica de Salut de Petra, Carrer de Bellavista, 07520 Petra, Illes Balears, 971220000
- Centre de Salut ses Roques Llises a Vilafranca, Carrer d'en Joan Miró, 1, 07250 Vilafranca de Bonany, Illes Balears, 971220000
- Hospital de Manacor, Carretera Manacor Alcudia, s/n, 07500 Manacor, 971847000
- EMERGENCIAS Teléfono: 112
- GUARDIA CIVIL de Villafranca de Bonany, Ctra. de Palma, 3, 07250 Vilafranca de Bonany, Illes Balears +34 971560027
- PARQUE DE BOMBEROS: Parc de Bombers de Felanitx, Passeig de la República Argentina, 69, 07200 Felanitx, Illes Balears. (+**34) 971 581 717**. (+34) 971 583 011

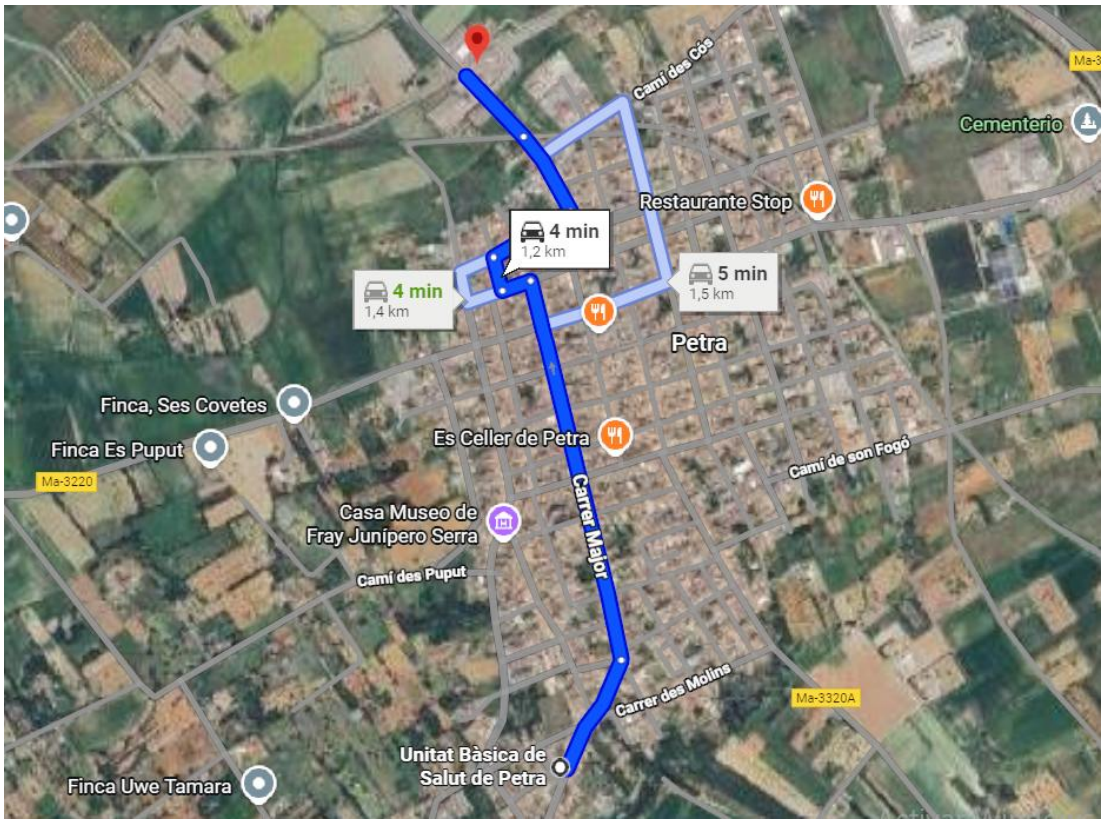


Ilustración 3. Trayecto desde la obra a la Unitat Bàsica de Salut de Petra

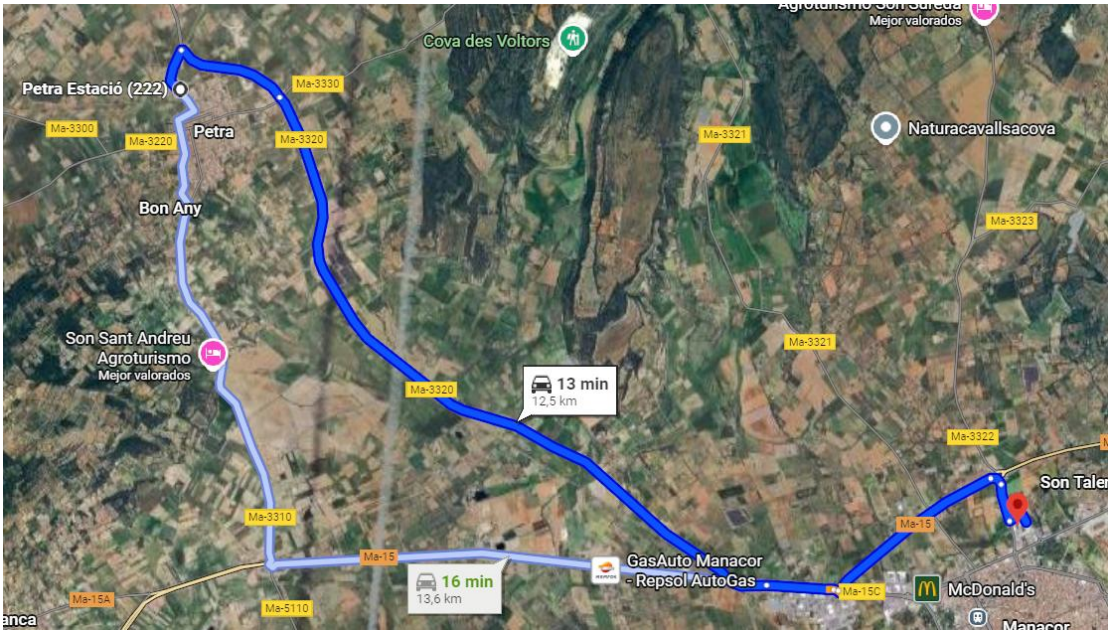


Ilustración 4: Trayecto al Hospital más cercano. Hospital de Manacor

6.1 Instalaciones de higiene y bienestar.

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo dispuesto en la normativa vigente en materia de seguridad e higiene durante la realización de las obras de construcción, así como a lo especificado en la Ordenanza Laboral para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica. La Empresa Constructora deberá garantizar que todo el personal implicado en la realización de la obra cuente con los servicios apropiados que le garanticen el trabajo en las adecuadas condiciones de seguridad e higiene, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente. Deberá haber una persona encargada de mantener en las debidas condiciones de limpieza las instalaciones higiénicas provisionales de obra así como del vaciado de los cubos de basura.

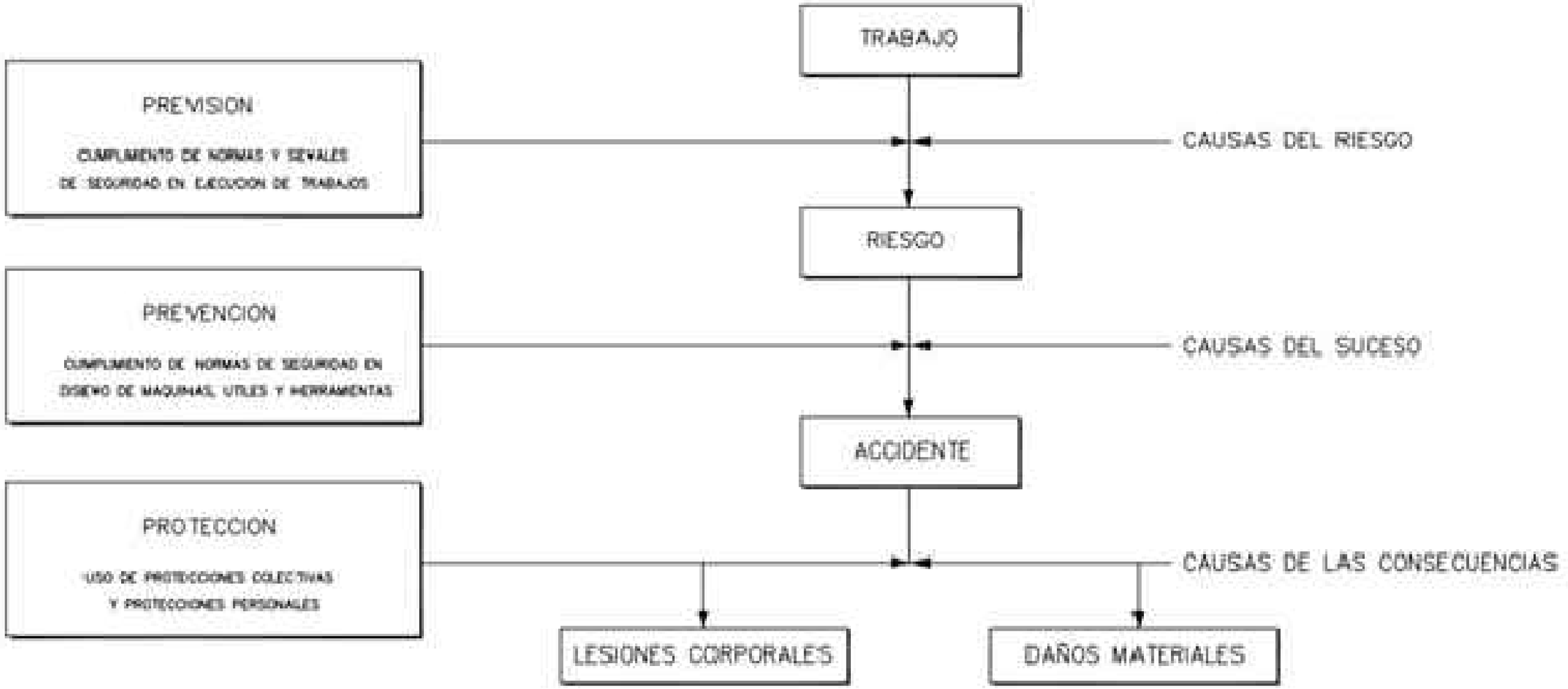
7 Presupuesto

El Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud del “PROYECTO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO” asciende a la cantidad de CIEN MIL QUINIENTOS NOVENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (100.591,75€).

Palma de Mallorca, octubre 2025

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

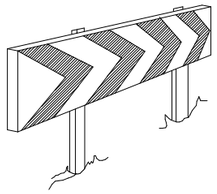
MEDIDAS DE SEGURIDAD



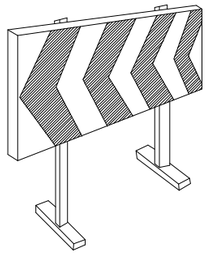
MEDIDAS DE SEGURIDAD SEGUN LA CRONOLOGIA DE UN SINIESTRO LABORAL

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 1 DE 23

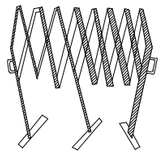
ELEMENTOS AUXILIARES DE SEÑALIZACIÓN



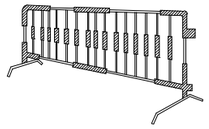
PANELES DIRECCIONALES
PARA CURVAS



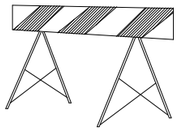
PANELES DIRECCIONALES
PARA OBRAS



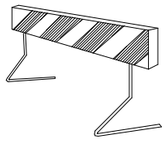
VALLA EXTENSIBLE



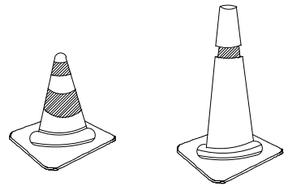
VALLA DE CONTENCIÓN
DE PEATONES



VALLA DE OBRA
MODELO 2



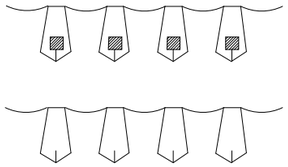
VALLA DE OBRA
MODELO 1



CONOS



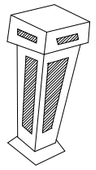
CINTA DE BALIZAMIENTO



CORDÓN BALIZAMIENTO



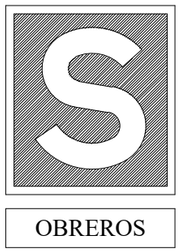
CORDÓN DE BALIZAMIENTO
NORMAL Y REFLEXIVO



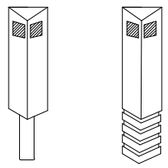
HITO LUMINOSO



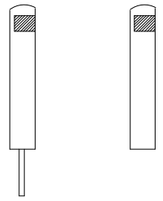
LÁMPARA AUTONOMA FIJA
INTERMITENTE



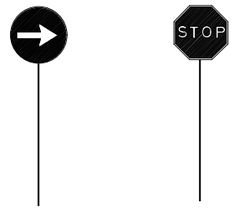
CONTIENE LA LEYENDA
INDICADA DE OBRA
EN VÍA



HITOS CAPTAFAROS PARA LA
SEÑALIZACIÓN LATERAL DE
AUTOPISTAS EN POLIETILENO



HITOS DE PVC



PALETAS MANUALES
DE SEÑALIZACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

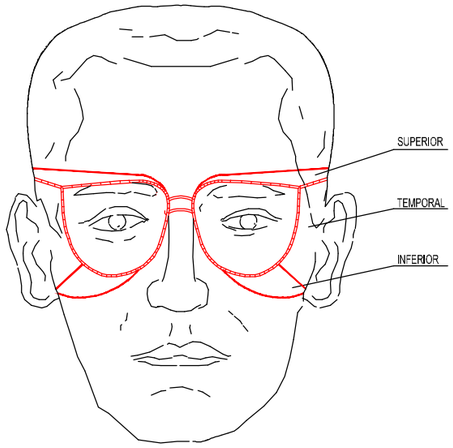
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

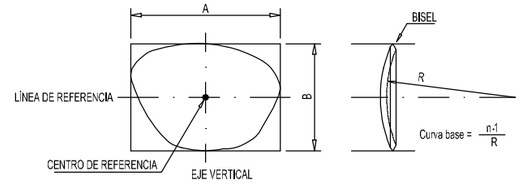
NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA 1 DE 23

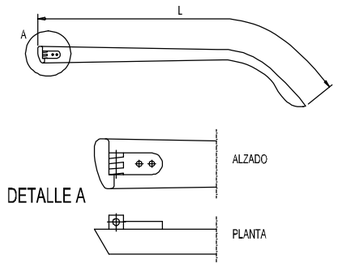
PROTECCIONES INDIVIDUALES: GAFAS DE SEGURIDAD

OCULARES

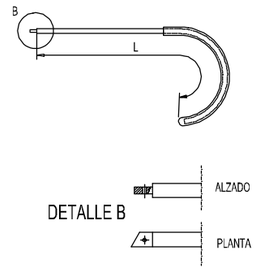




PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPÁTULA

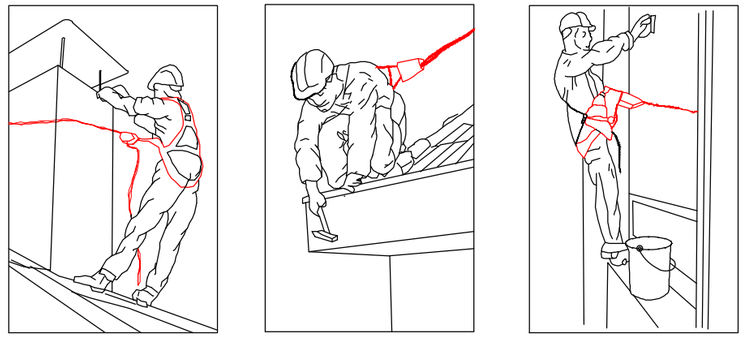


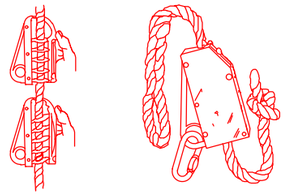
PATILLA DE SUJECCIÓN TIPO CABLE



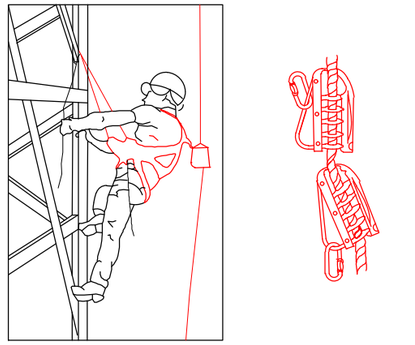
ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD

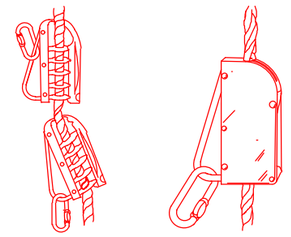
SEGURO DE ANCLAJE MÓVIL



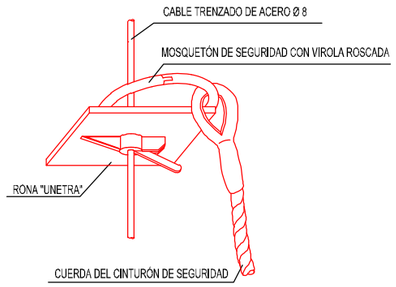


SEGUROS AUTOMÁTICOS ANTICAÍDA

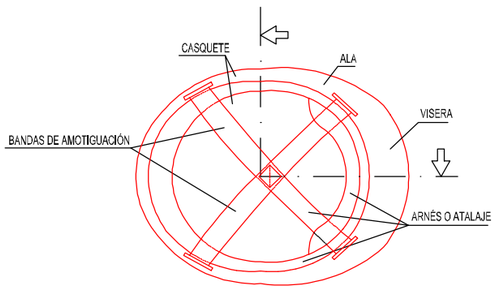


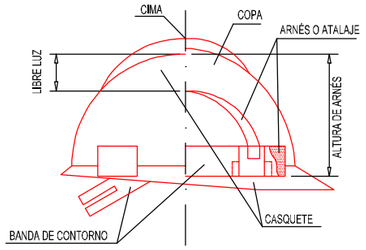


ANCLAJES CINTURÓN DE SEGURIDAD

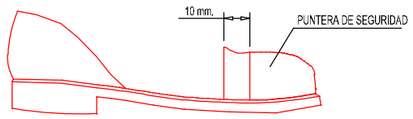


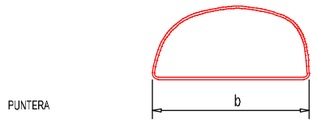
CASCO DE SEGURIDAD

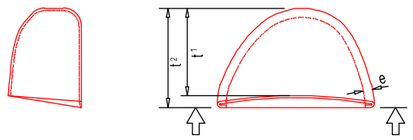




BOTAS DE SEGURIDAD -REFUERZOS -



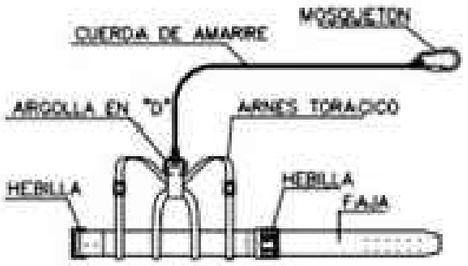




PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 3 DE 23

CINTURON DE SEGURIDAD DE SUJECIÓN CLASE "C"

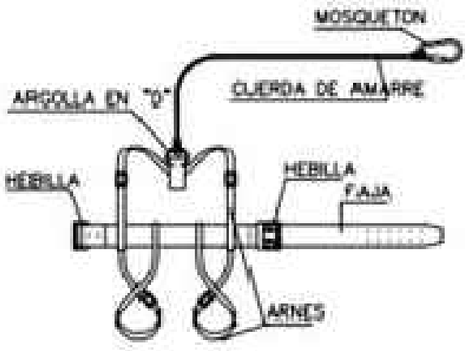
TIPO 1





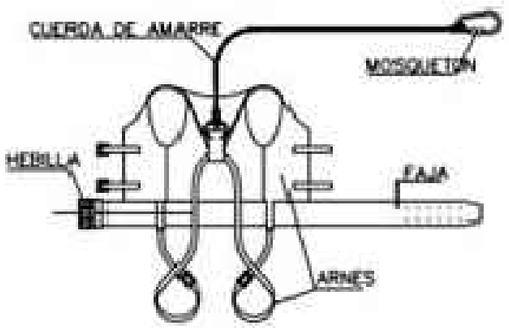
AMORTIGUADOR DE CAIDA
(Opcional)

TIPO 2



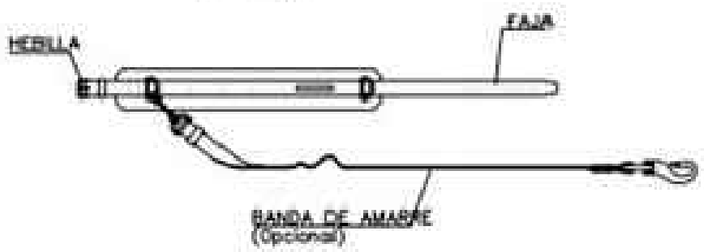


AMORTIGUADOR DE CAIDA
(Opcional)





AMORTIGUADOR DE CAIDA
(Opcional)



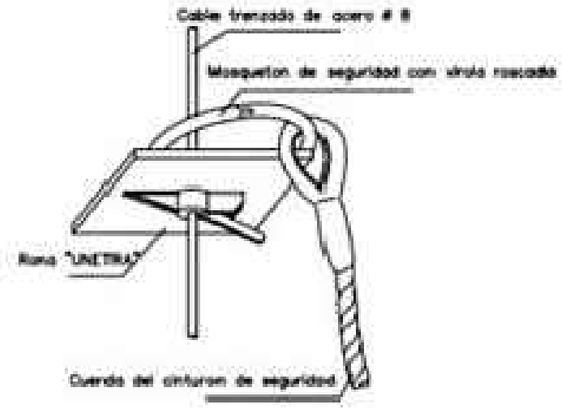
LEYENDA

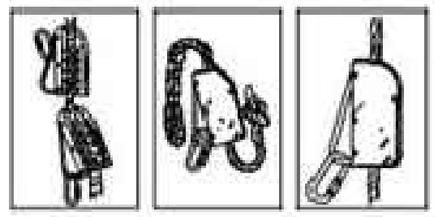
CINTURON DE SUJECION, CLASE "A".-Norma Tec. RE MT-13
PARA TRABAJOS EN LOS QUE LOS DESPLAZAMIENTOS DEL USUARIO SEAN LIMITADOS.

CINTURON DE SUJECION, CLASE "B".-Norma Tec. RE MT-21
PARA TRABAJOS EN LOS QUE EXISTAN SOLAMENTE ESFUERZOS ESTATICOS SIN POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

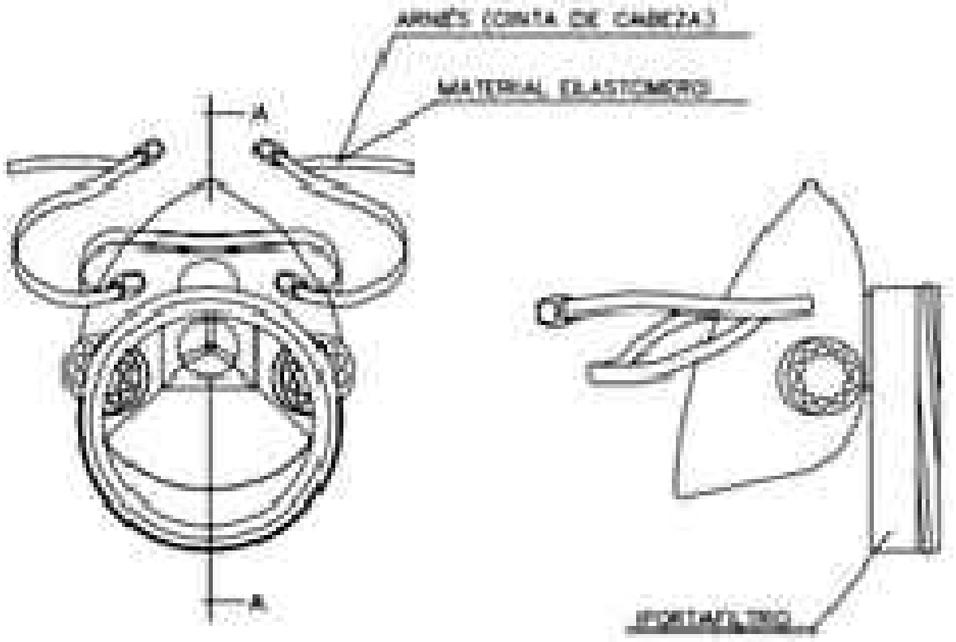
CINTURON DE SUJECION, CLASE "C".-Norma Tec. RE MT-22
PARA TRABAJOS QUE REQUIERAN DESPLAZAMIENTOS DEL USUARIO CON POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

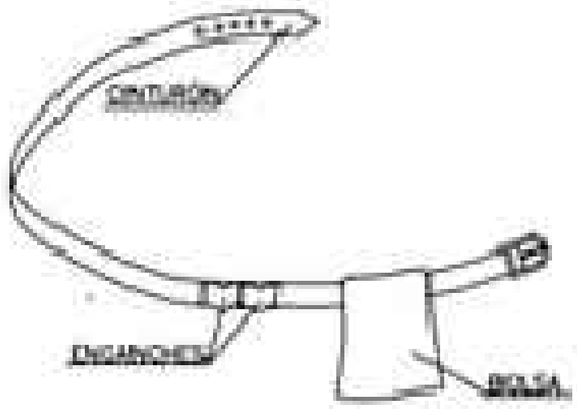
ANCLAJES DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD





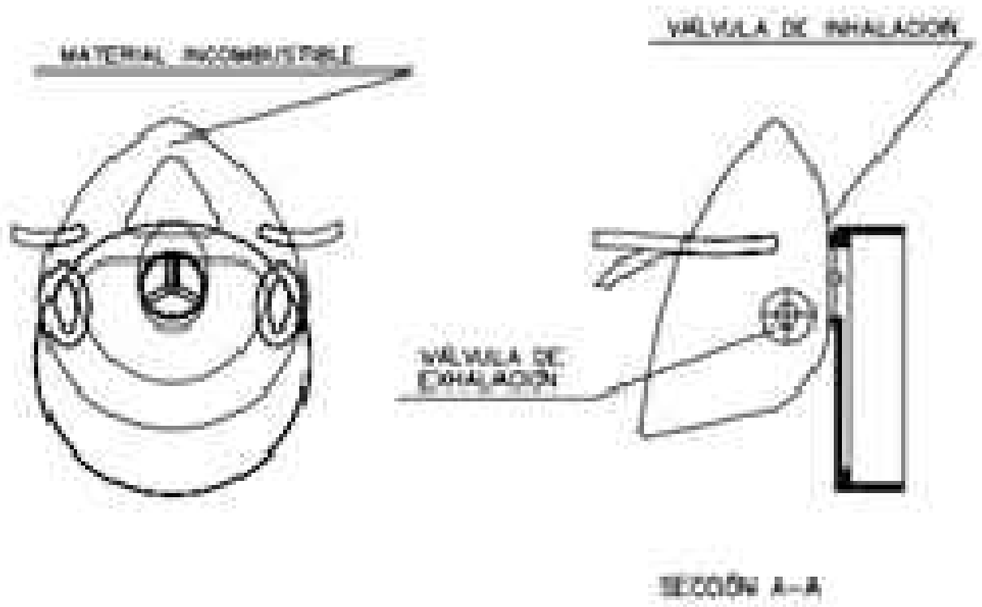
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 4 DE 23





1. PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
2. EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
3. NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

PORTAHERRAMIENTAS

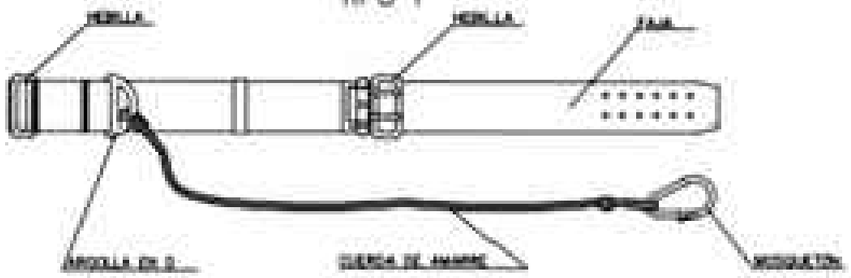


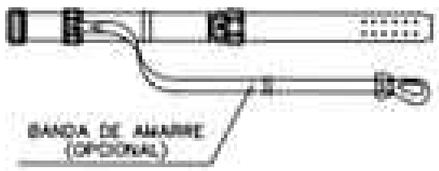
MASCARILLA ANTIPOLVO

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA **5** DE **23**

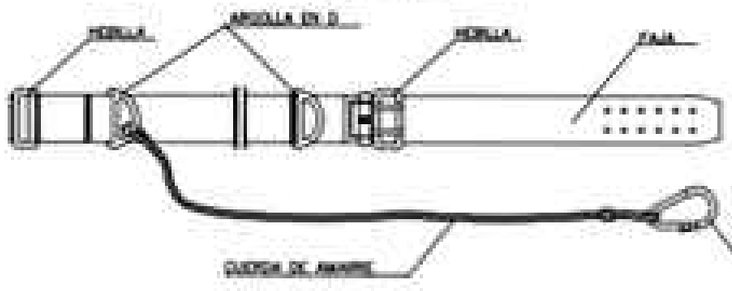
CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECION CLASE "A"

TIPO 1





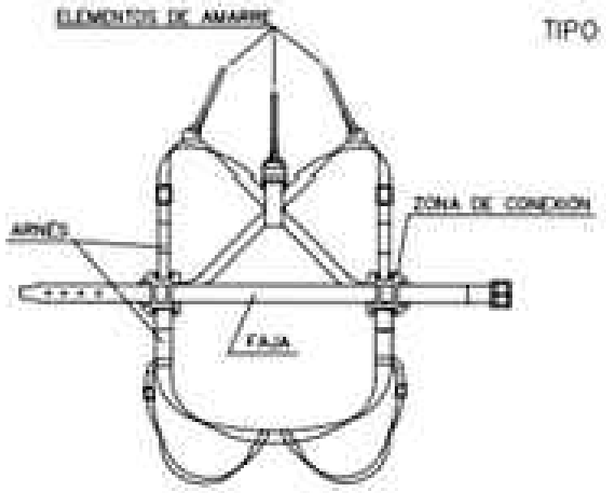
TIPO 2

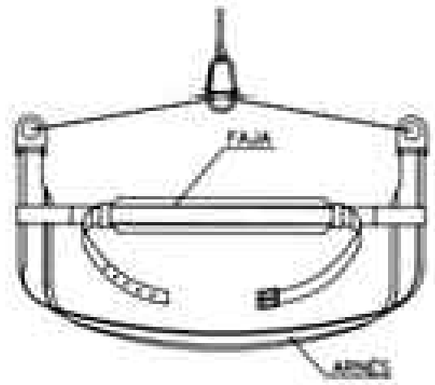




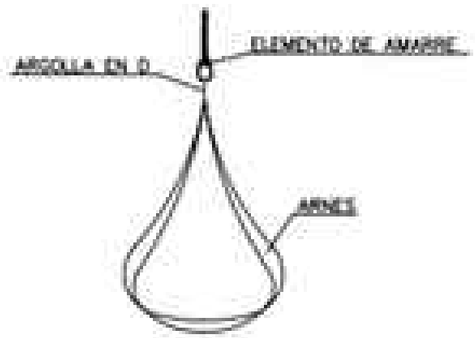
CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECIÓN CLASE "B"

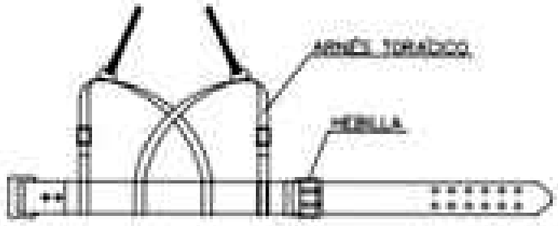
TIPO 1

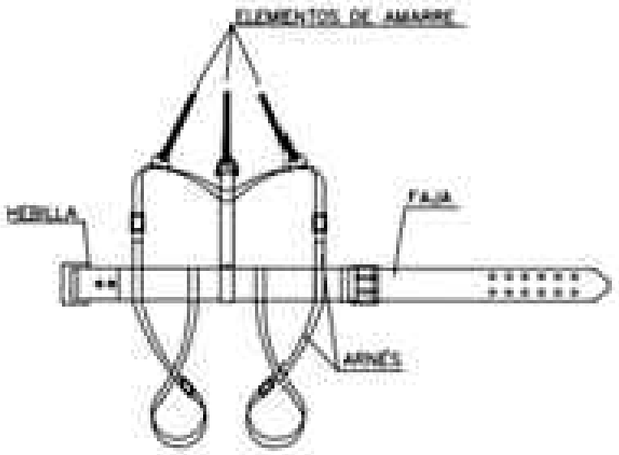




TIPOS 2 Y 3







PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra · NOMBRE DEL PLANO: DETALLES · NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 6 DE 23

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE CAIDA AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CAIDA A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARRETILLAS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO EL PASO A PERSONAS NO AUTORIZADAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

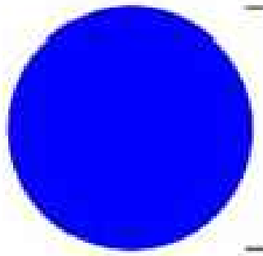
ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA 7 DE 23

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACION



COLOR DE FONDO: AZUL (*)

SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	 (1)	 (1)	 (2)	 (1)	 (1)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES

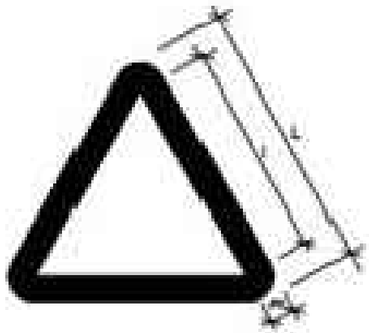
SEÑAL	 (2)	 (2)	 (3)	 (3)	 (3)
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA



SUBAR OBREROS
LETRA S LEYENDA INDICADORA OBREROS EN VÍA

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 8 DE 23

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIANGULO)
SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 	(1) 
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N SEGN DE LA PUBLICACION 417/B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

SEÑAL	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	(3) 	
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benitez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

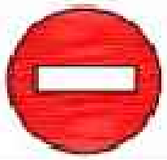
NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA 9 DE 23

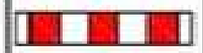
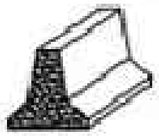
SEÑALES DE PELIGRO

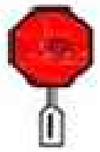
SEÑAL							
CLAVE	TP - 11	TP - 15 a*	TP - 15 b*	TP - 18	TP - 28	TP - 30	TP - 50
DENOMINACIÓN	PERFIL IRREGULAR	RESALTO	BADÉN	OBRAS	PROYECCIÓN DE GRAVILLA	ESCALÓN LATERAL	OTROS PELIGROS

SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

SEÑAL								
CLAVE	TR - 5	TR - 6	TR - 101	TR - 301	TR - 302	TR - 303	TR - 305	TR - 500
DENOMINACIÓN	PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO	PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO	ENTRADA PROHIBIDA	VELOCIDAD MÁXIMA	GIRO PROHIBIDO A LA DERECHA	GIRO PROHIBIDO A LA IZQUIERDA	PROHIBIDO EL ADELANTAMIENTO	FIN DE PROHIBICIONES

BALIZAMIENTO

SEÑAL								
CLAVE	TB - 1	TB - 5	TB - 8	TB - 9	TB - 13	TB - 1	TL - 2	TL - 8
DENOMINACIÓN	PANEL DIRECCIONAL	PANEL DIRECCIONAL	BALIZA DE BORDE DERECHO	BALIZA DE BORDE IZQUIERDO	GUIRNALDA	BARRERA DE SEGURIDAD	LUZ ÁMBAR INTERMITENTE	CASCADA EN LÍNEA DE LUCES AMARILLAS

SEÑAL				
CLAVE	TL - 11	TM - 2	TM - 1	
DENOMINACIÓN	LUZ ROJA FIJA	DISCO AZUL DE PASO	DISCO DE STOP O PASO PROHIBIDO	CINTA DE BALIZAMIENTO

CARTEL DE EMERGENCIAS

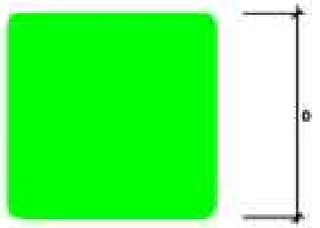


MODELO DE CARTEL DE DIRECCIONES Y TELÉFONOS EN CASO DE EMERGENCIA.
DEBERÁ RELLENARSE PARA CADA TRAMO DE OBRA, SEGÚN LOS CENTROS MÁS CERCANOS.

PROMOTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL PROYECTO:	TÍTULO DE PROYECTO:	ESCALA A3: S/E S/E	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:	NOMBRE DEL PLANO:	NÚMERO PLANO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat — Serveis Ferroviaris de Mallorca	Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	DCOD — Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	FECHA: DICIEMBRE 2025 — NºEXP: OT24017	Estación de FC en Petra 07520 Petra	DETALLES	A21.2 — HOJA 10 DE 23

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES INFORMATIVAS.

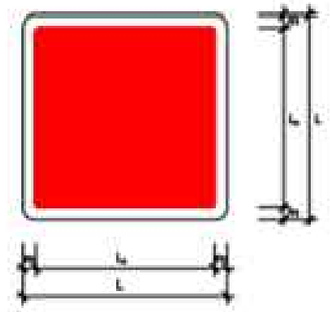
SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*) SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE ESTINCION.



COLOR DE FONDO: ROJO
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO
REBORDE: BLANCO

DIMENSIONES EN mm.		
L	L_1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	189	11
148	132	8
105	95	5

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-4-5	B-4-6	B-4-7	B-4-8	B-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA	BOCA DE INCENDIO	PULSADOR DE ALARMA	ESCALERA DE INCENDIOS
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	MANGUERA	PULSADOR	ESCALERA

NOTAS:

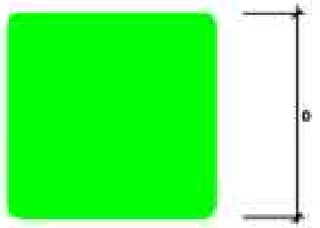
(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 11 DE 23

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES INFORMATIVAS.

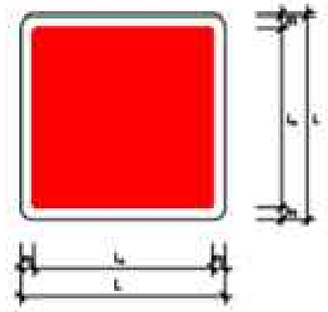
SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*) SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE ESTINCION.



COLOR DE FONDO: ROJO
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO
REBORDE: BLANCO

DIMENSIONES EN mm.		
L	L_1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	189	11
148	132	8
105	95	5

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-4-5	B-4-6	B-4-7	B-4-8	B-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA	BOCA DE INCENDIO	PULSADOR DE ALARMA	ESCALERA DE INCENDIOS
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	MANGUERA	PULSADOR	ESCALERA

NOTAS:

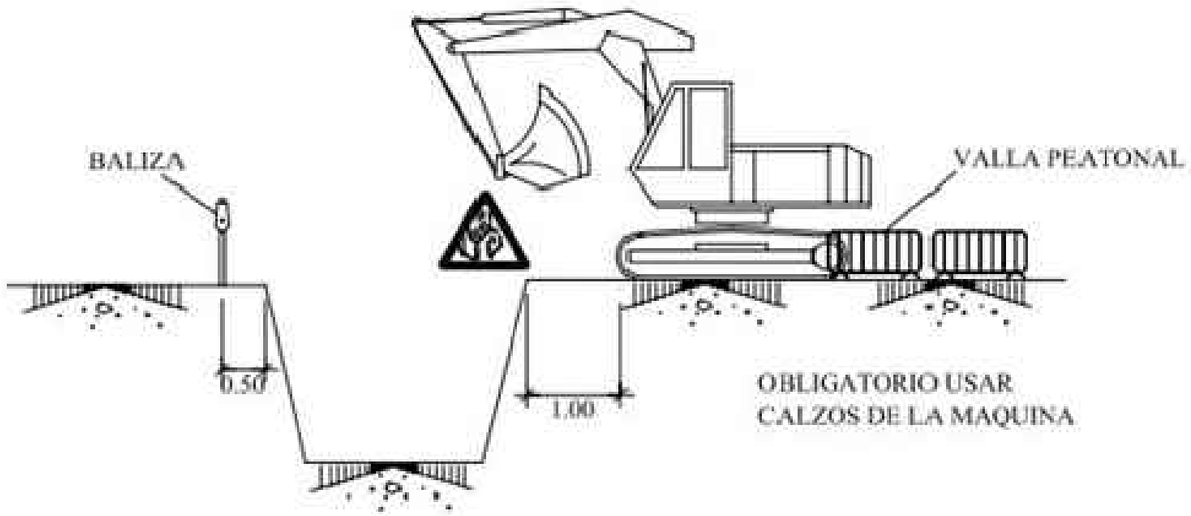
(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

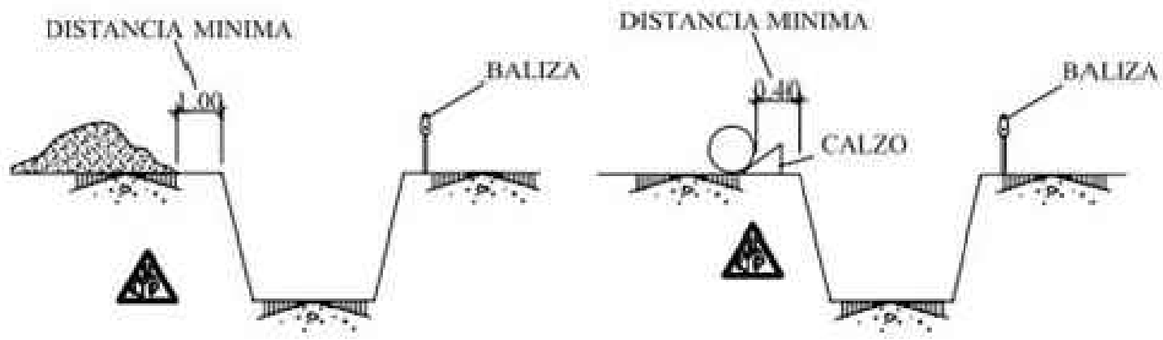
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra · NOMBRE DEL PLANO: DETALLES · NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 12 DE 23

EXCAVACIÓN DE ZANJAS. ACOPIOS.

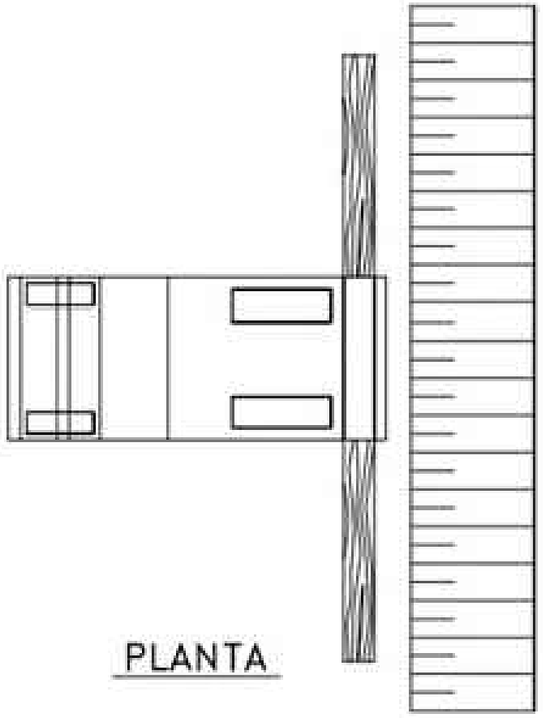
EXCAVACION



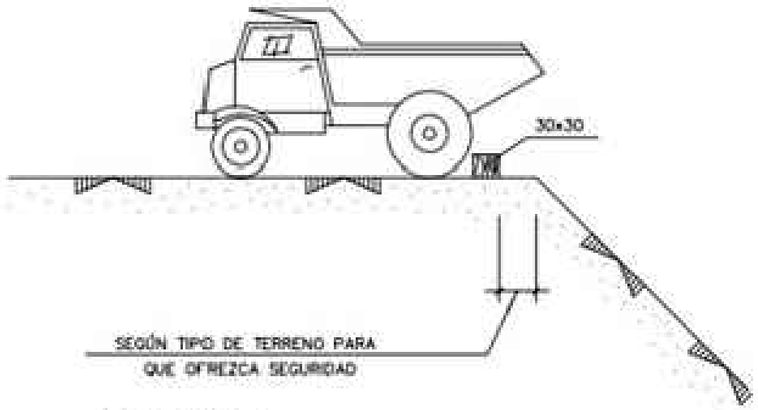
ACOPIOS



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra · NOMBRE DEL PLANO: DETALLES · NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 13 DE 23

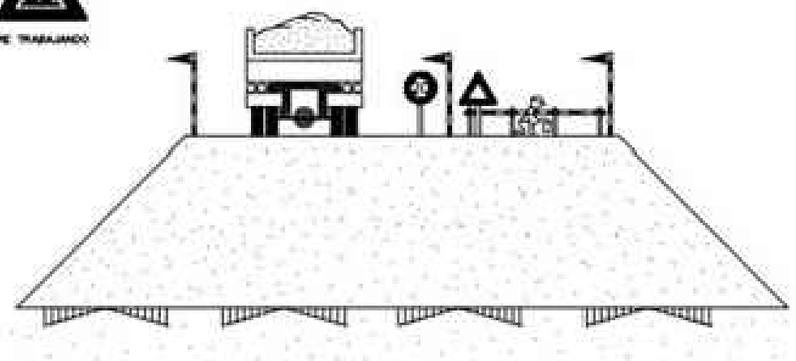


PLANTA

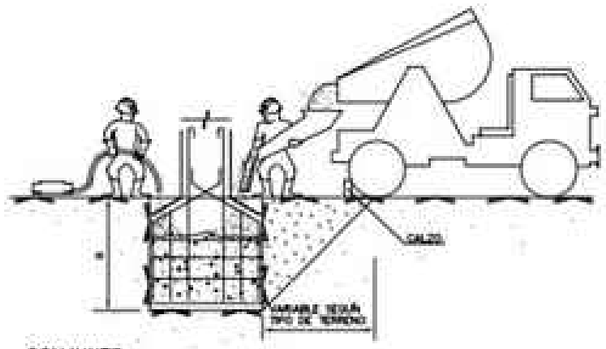


SECCION

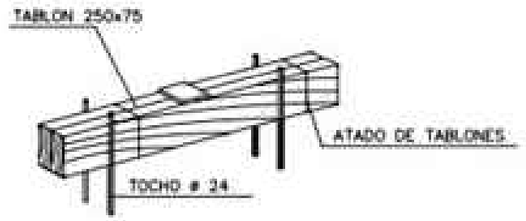




EJECUCIÓN DE TERRAPLENES



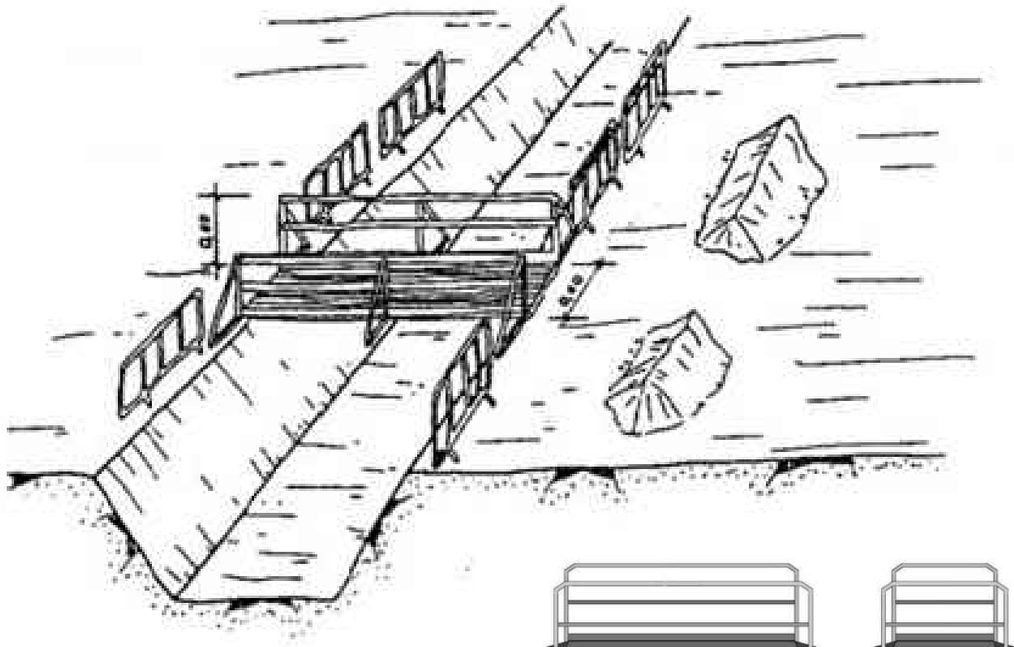
CONJUNTO



DETALLE DE CALZO

COTAS EN mm.

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 14 DE 23



PROTECCION EN ZANJAS

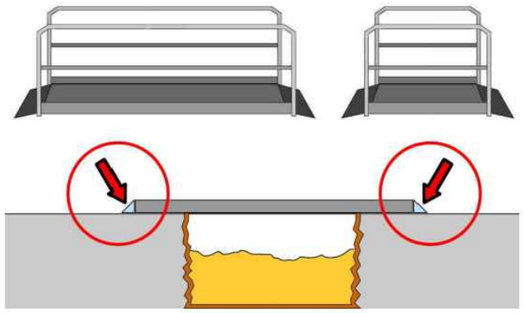
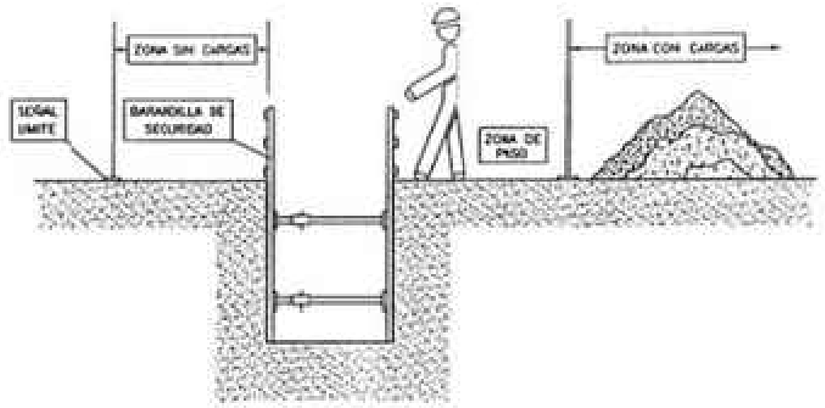
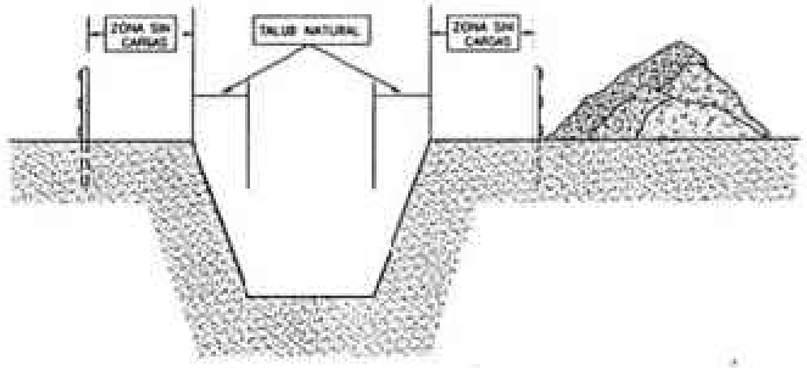
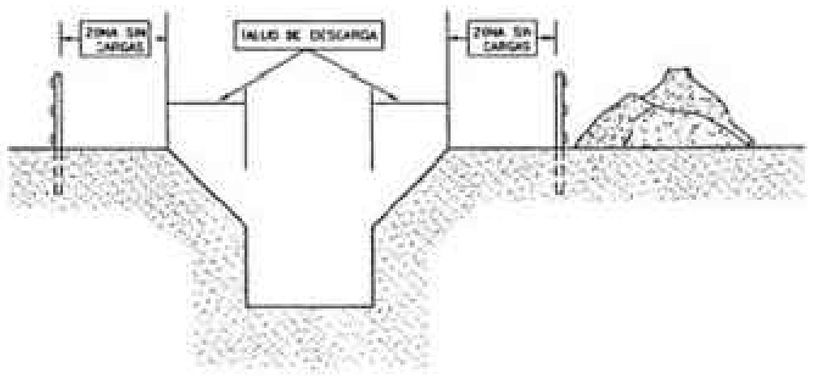


Imagen 1. Ejemplo de pasarelas practicables para peatones







PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

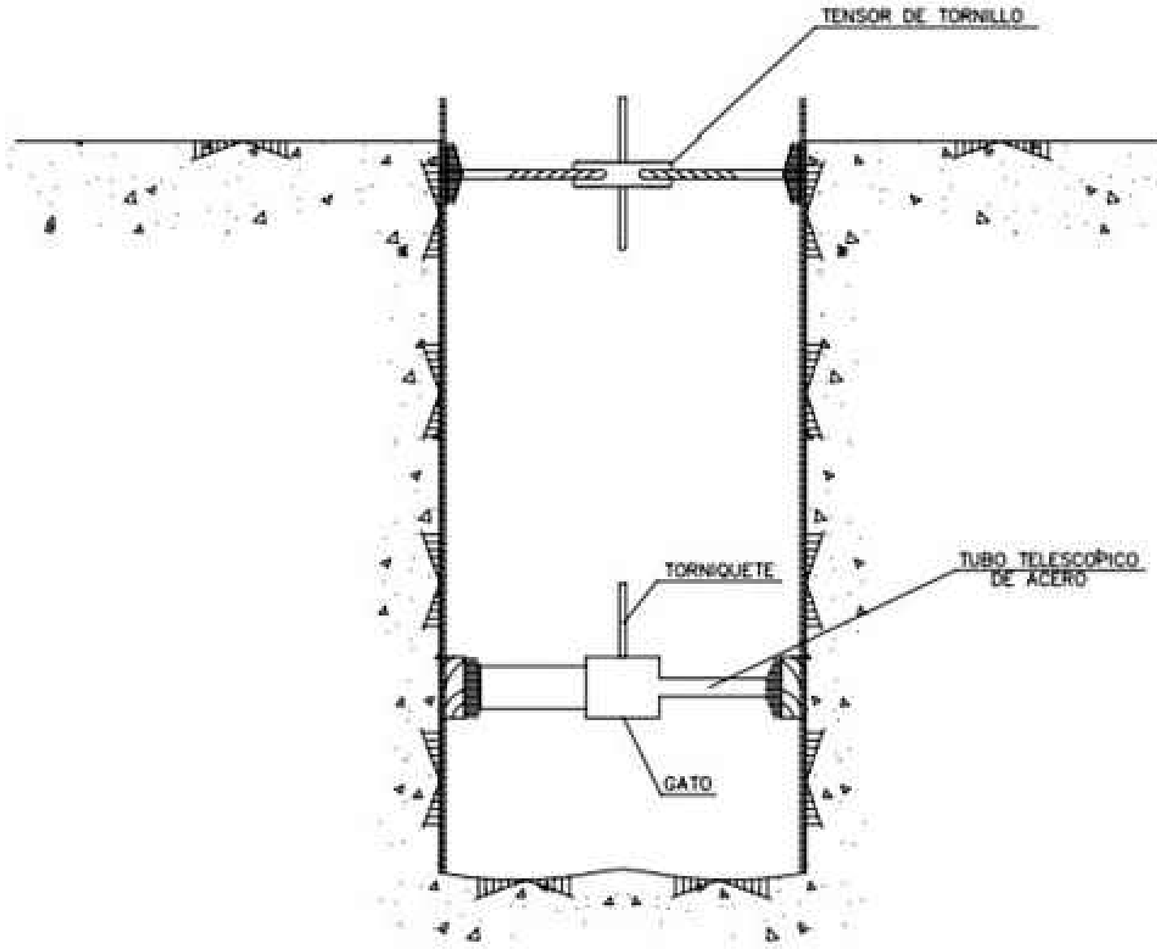
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

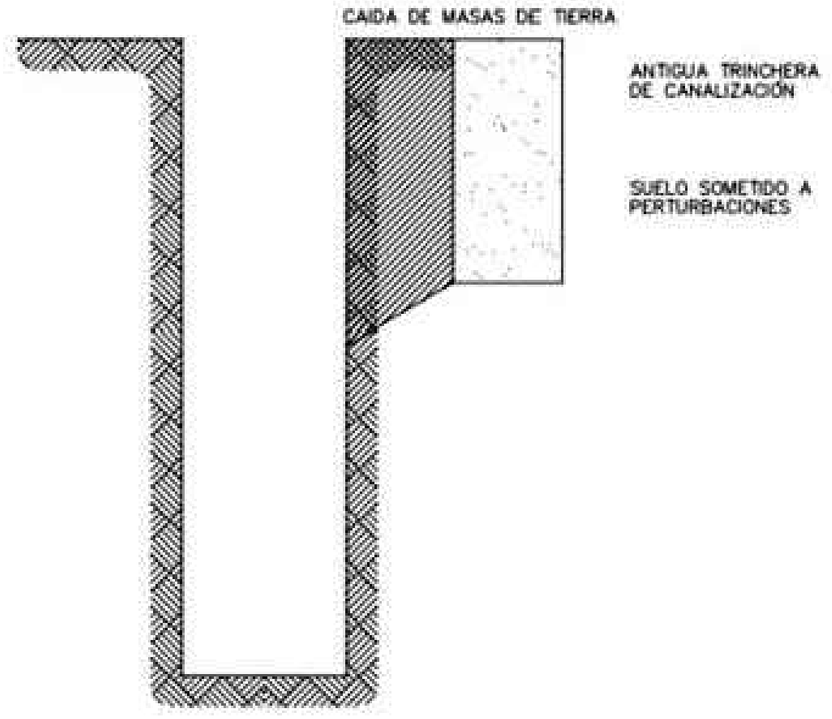
ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

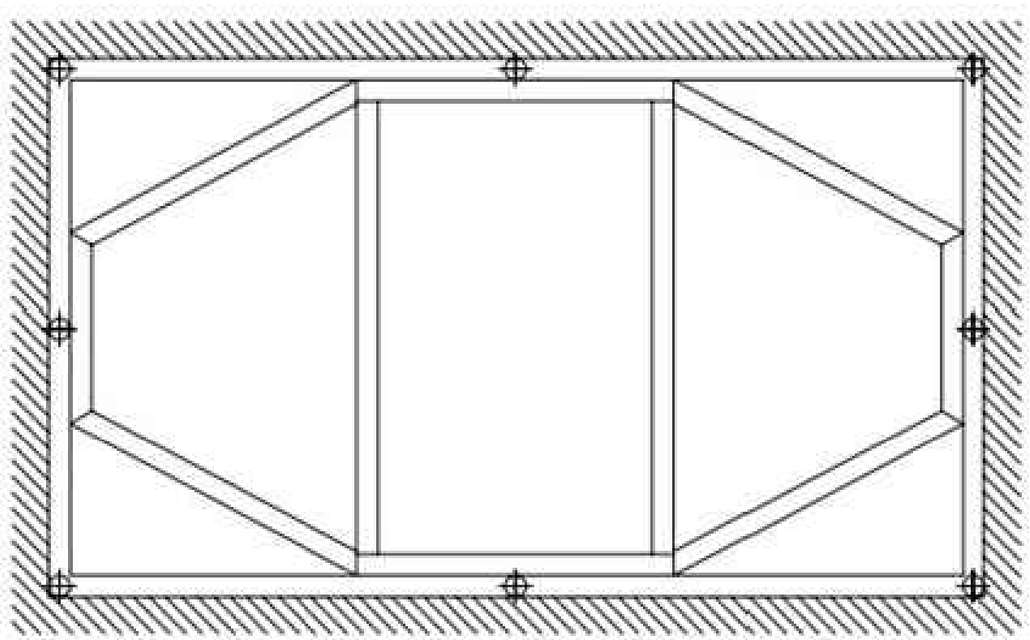
NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA 15 DE 23





CUADROS INDEFORMABLES EN POZOS



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

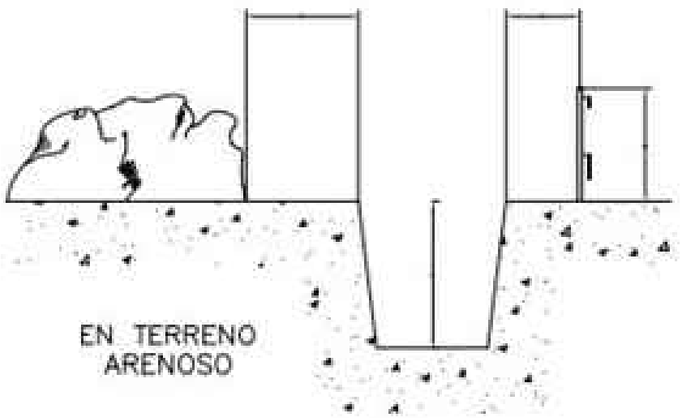
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA 16 DE 23



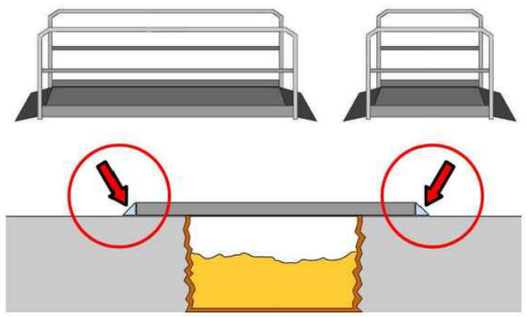
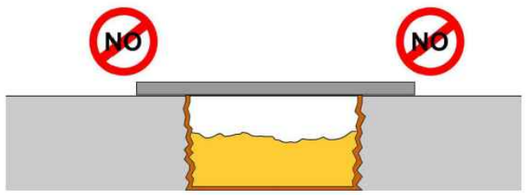
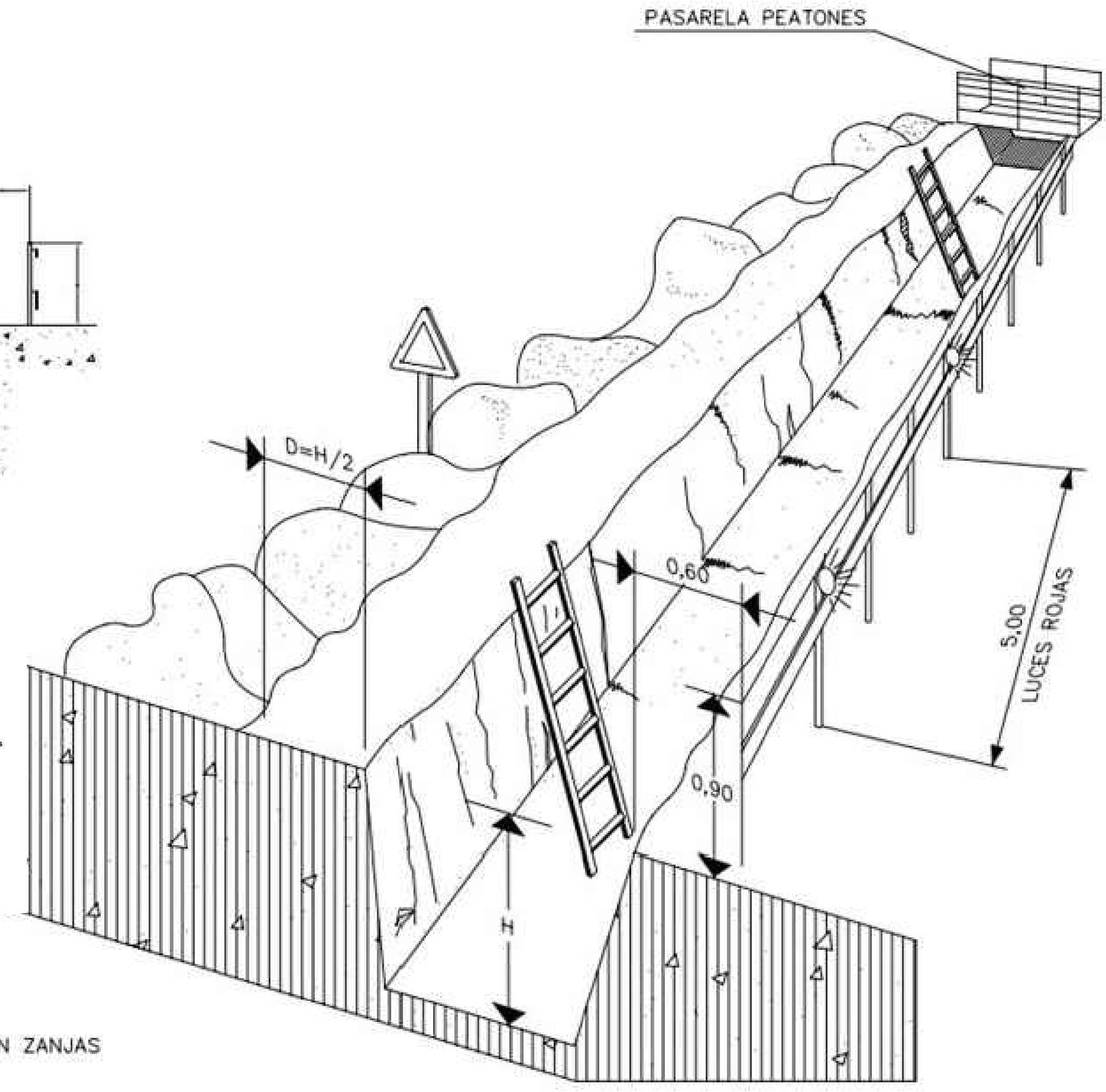


Imagen 1. Ejemplo de pasarelas practicables para peatones

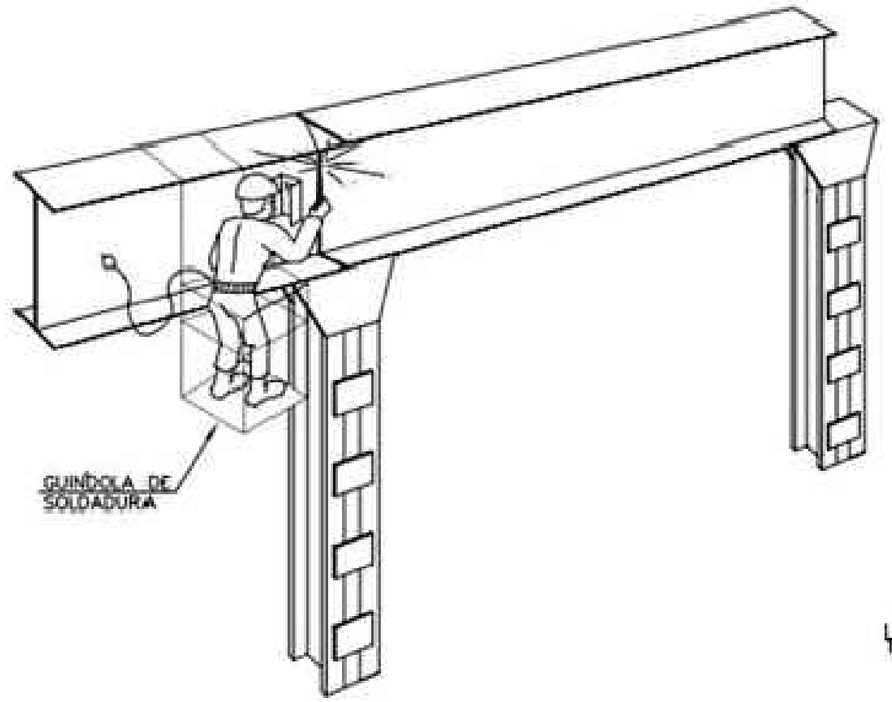




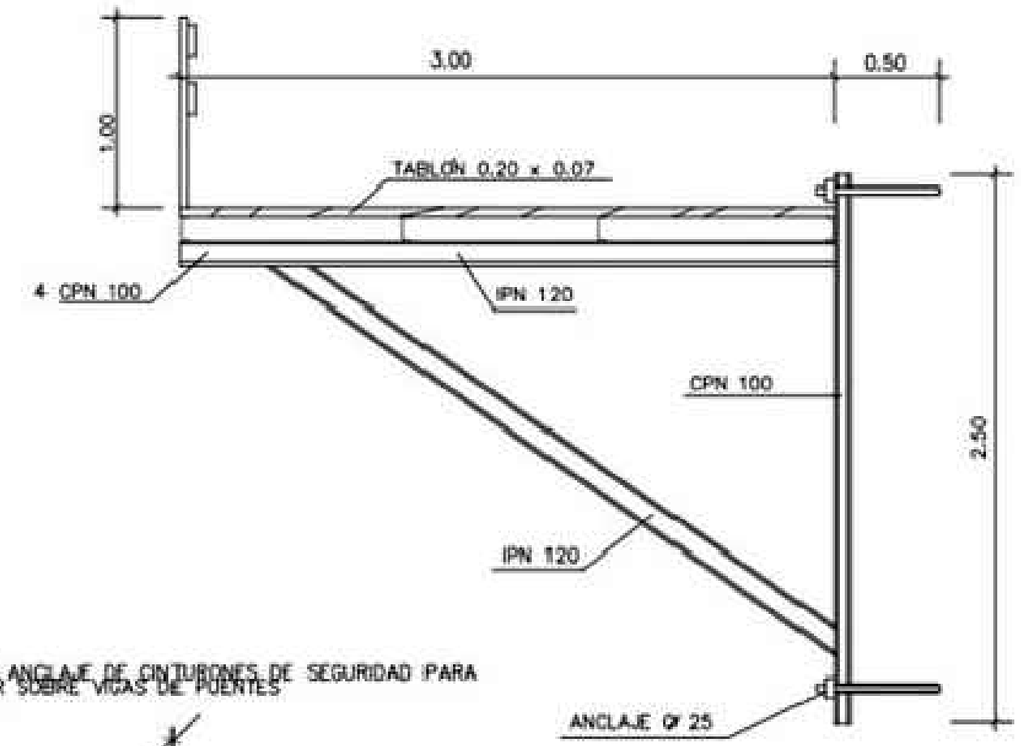
PROTECCION EN ZANJAS

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra · NOMBRE DEL PLANO: DETALLES · NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 17 DE 23

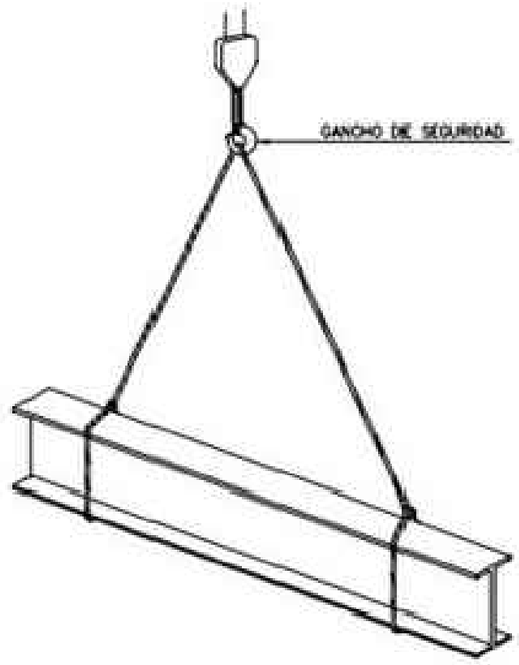
CUÍNDOLA DE SOLDADURA PARA ESTRUCTURAS DE ACERO

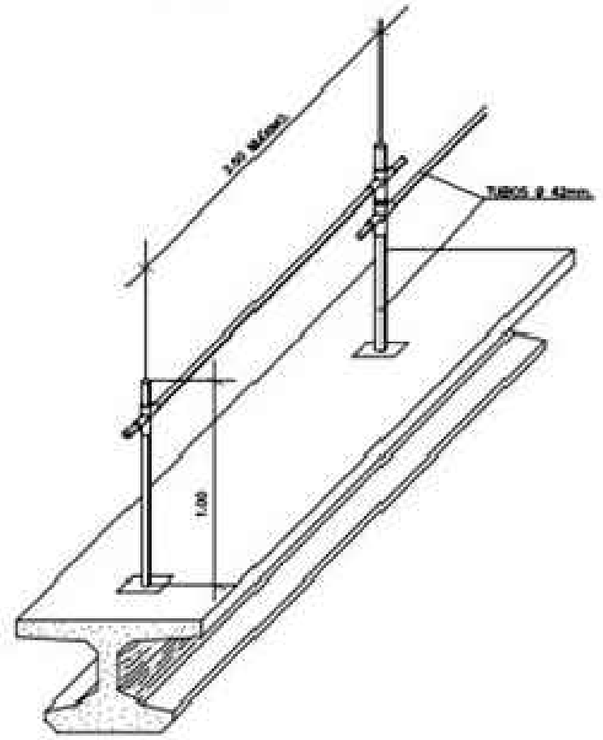


PLATAFORMA DE TRABAJO

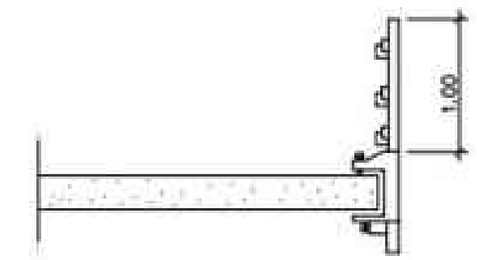


LÍNEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR SOBRE VIGAS DE PUENTES



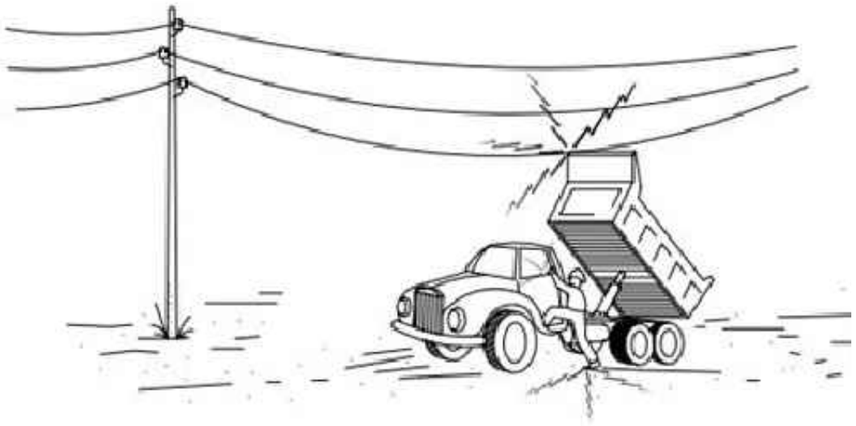


BARANDILLA PARA LOSAS Y TABLEROS

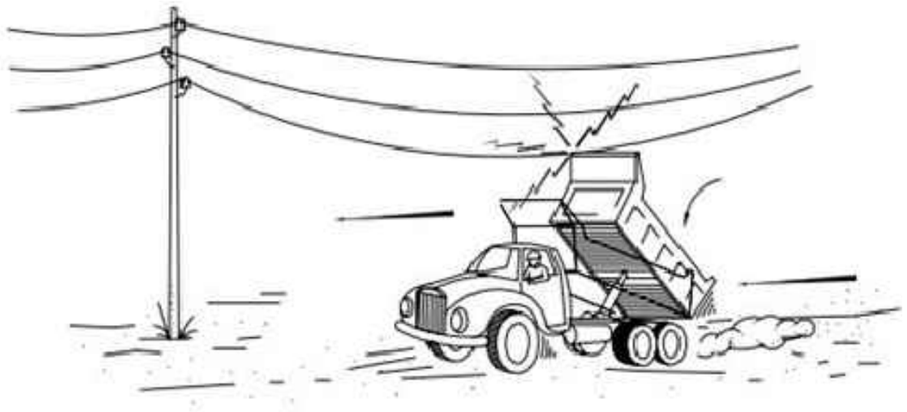


PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat — Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 18 DE 23

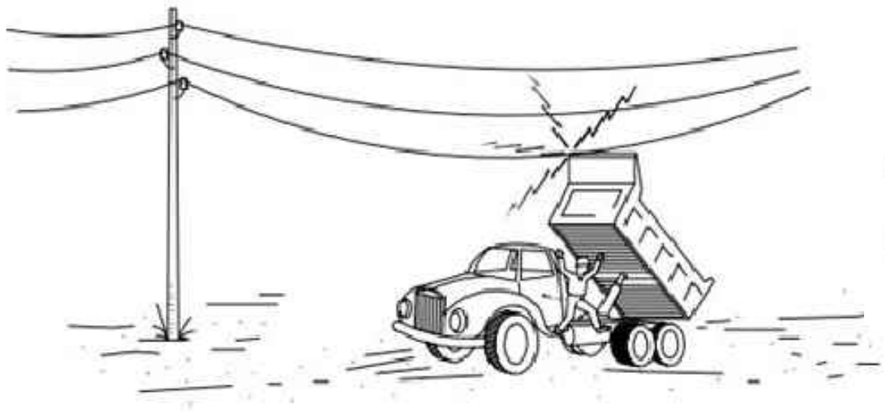
ATENCION AL BASCULANTE



1– EN NINGÚN CASO DESCIENDA LENTAMENTE.

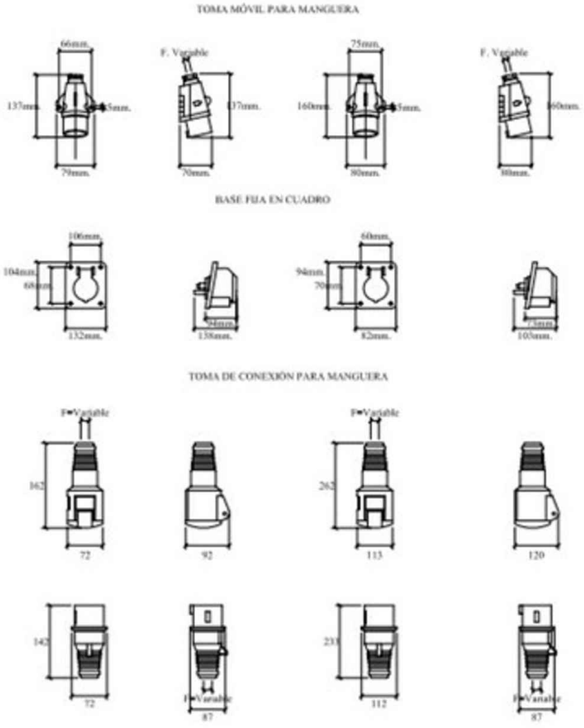


2– SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE.

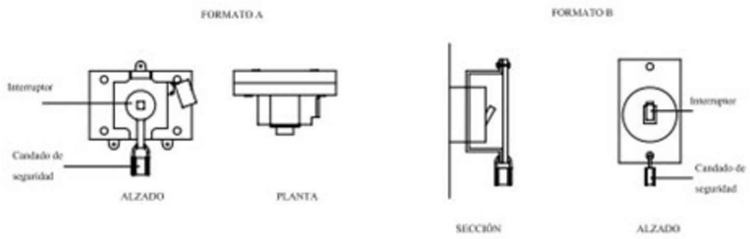


3– SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CAMIÓN LO MAS LEJOS POSIBLE.

TOMA CORRIENTES DE SEGURIDAD

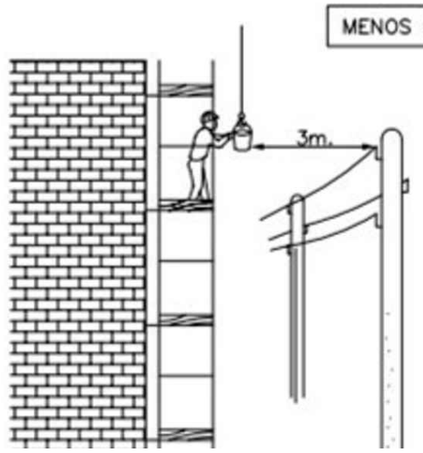


ENCLAVAMIENTO DE SEGURIDAD PARA INTERRUPTOR

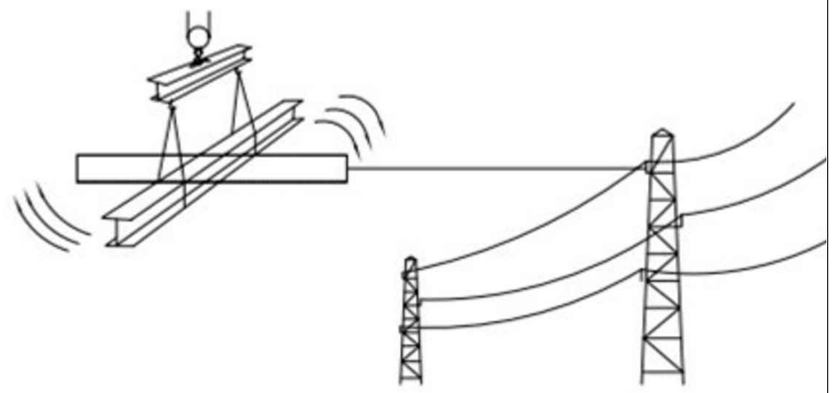


DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON RESPECTO A LÍNEAS AÉREAS ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

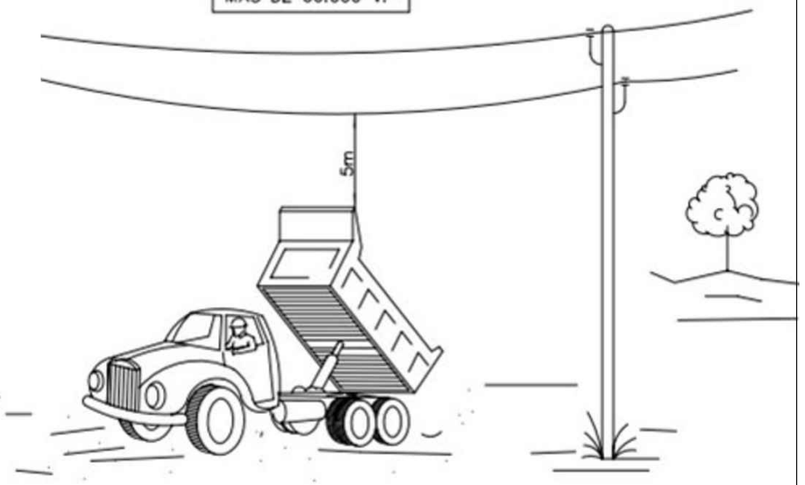
MENOS DE 66.000 V.



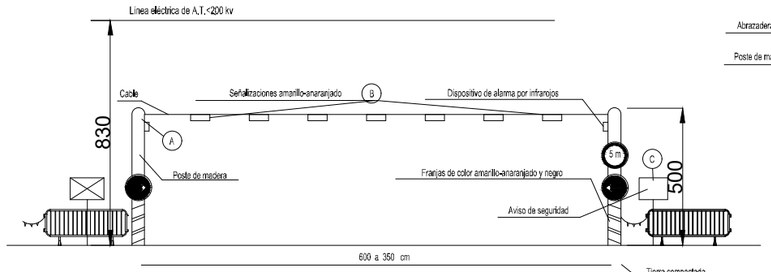
SIEMPRE TENER EN CUENTA LA SITUACIÓN MAS DESFAVORABLE.



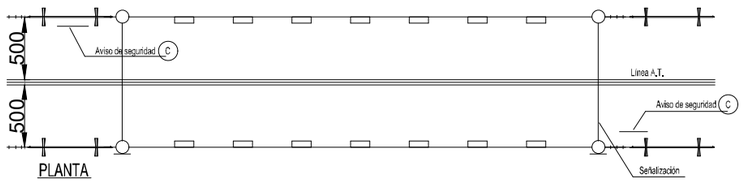
MÁS DE 66.000 V.



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 19 DE 23

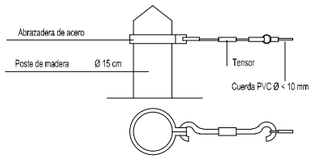


ALZADO

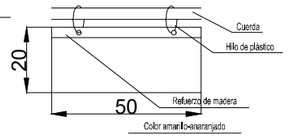


PLANTA

DETALLE A



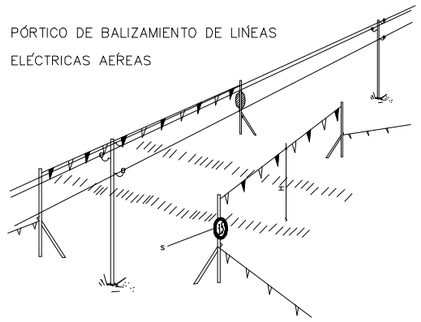
DETALLE B



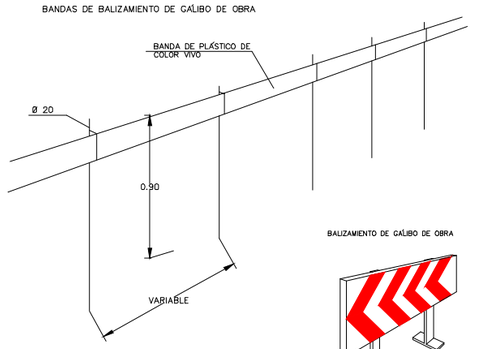
DETALLE C



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LIÑEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

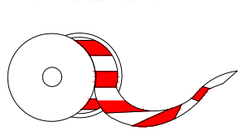


BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

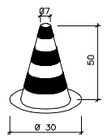


BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

CINTA BALIZAMIENTO

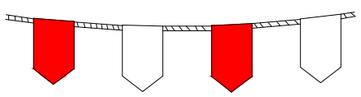


VALLAS DESVIÓ TRAFICO

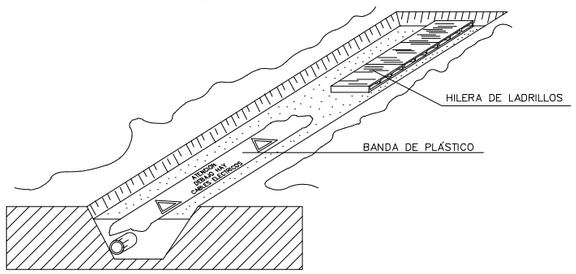


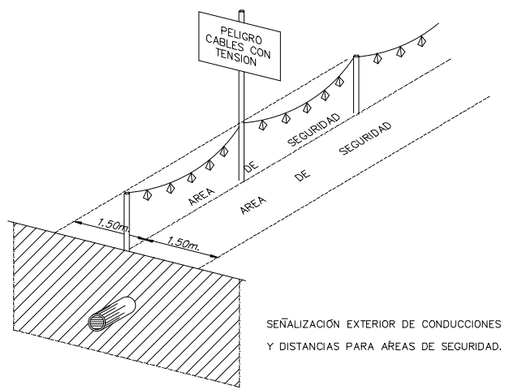
CONO BALIZAMIENTO

CORDON BALIZAMIENTO



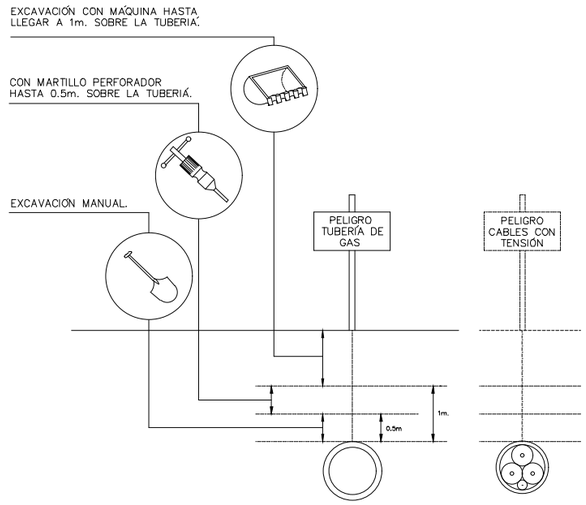
FORMAS MAS USUALES DE SENALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELECTRICAS



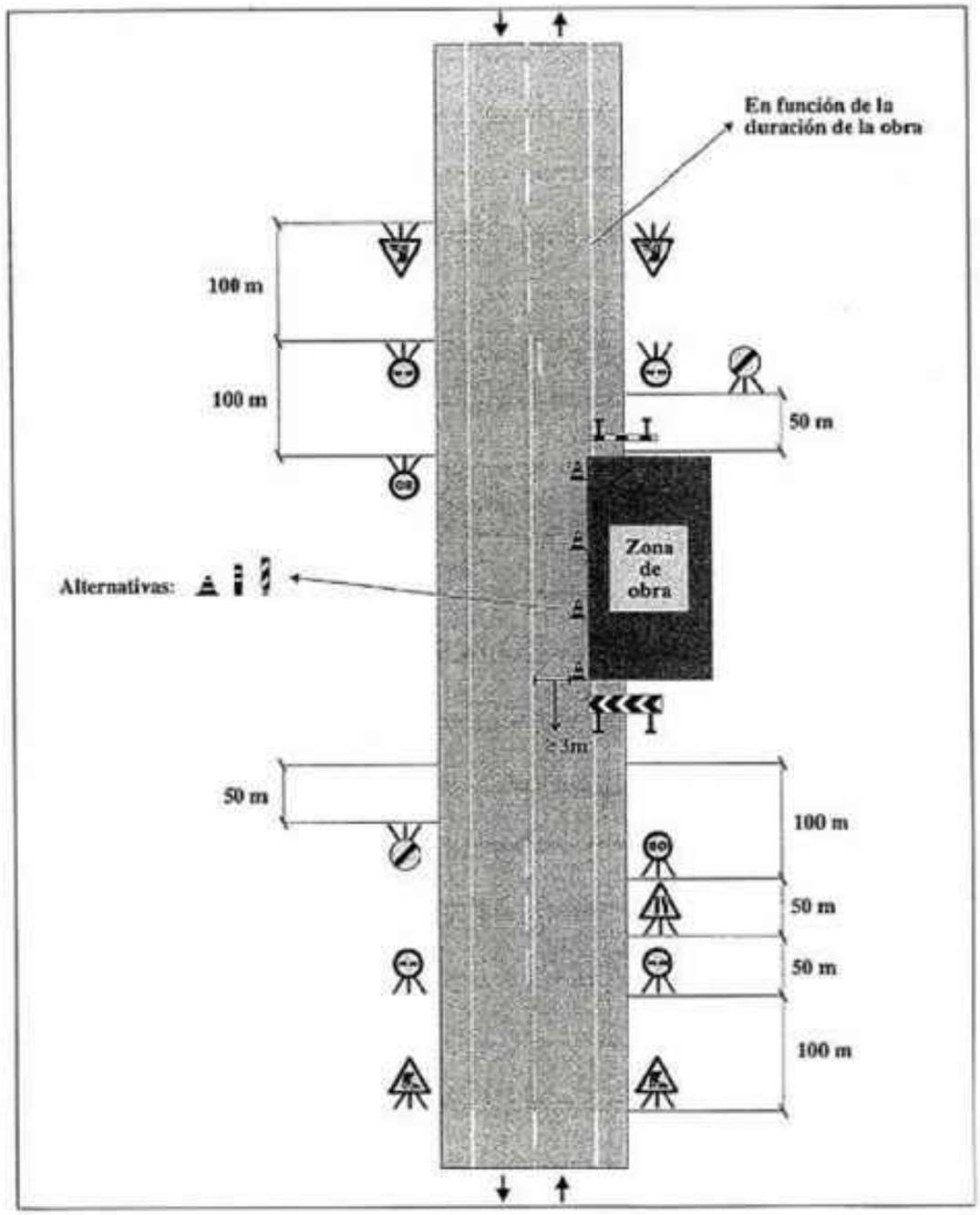


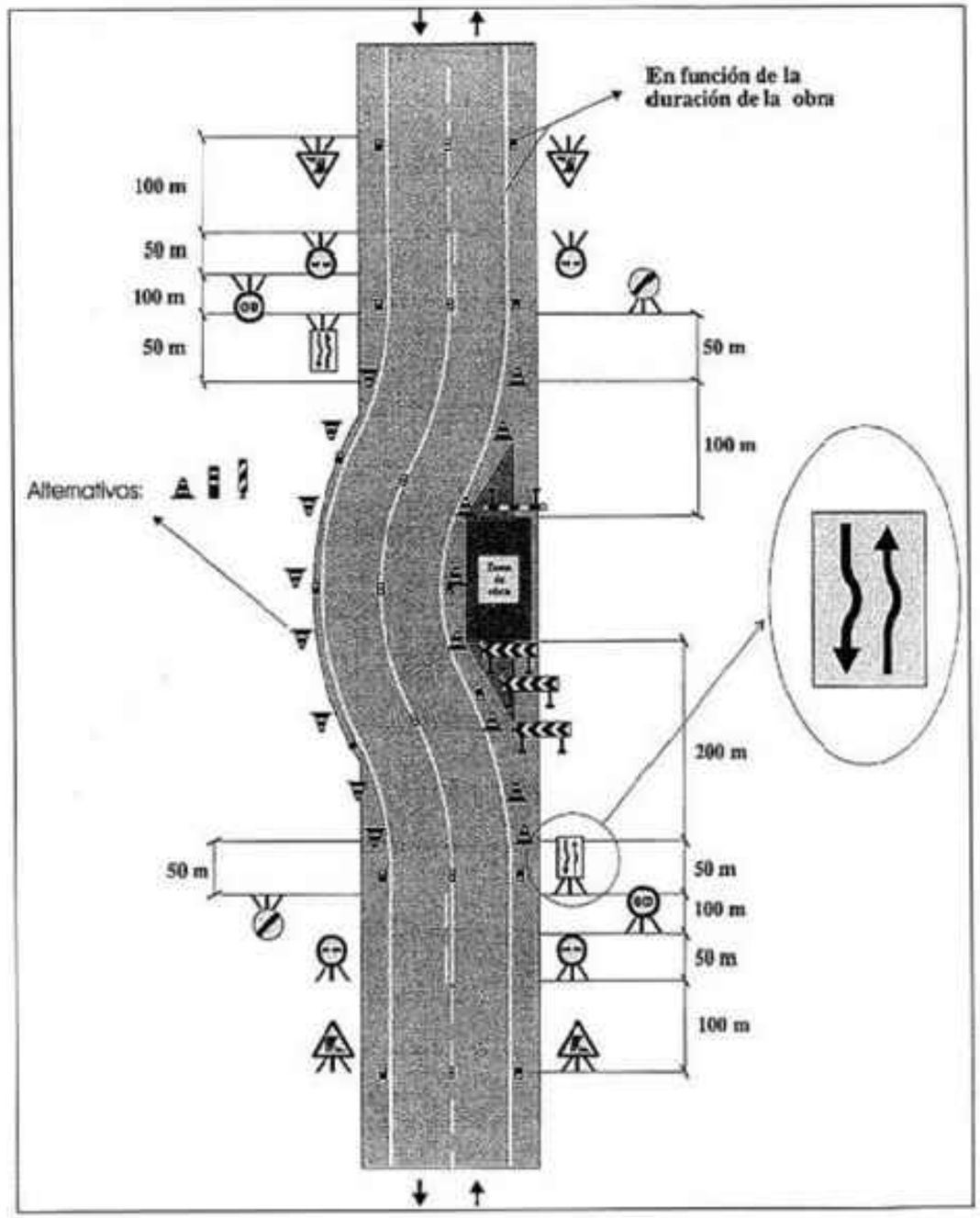
SEÑALIZACIÓN EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA ÁREAS DE SEGURIDAD.

DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD.



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benitez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 20 DE 23





PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA **21** DE **23**

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZON DE UN TALLER A OTRO. ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.

NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACION SE INSERTAN A CONTINUACION.

1 LEVANTAR LA CARGA



2 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA



3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



6 BAJAR LA CARGA



7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



8 BAJAR EL AGUILON O PLUMA



9 BAJAR EL AGUILON O PLUMA LENTAMENTE



10 BAJAR EL AGUILON O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



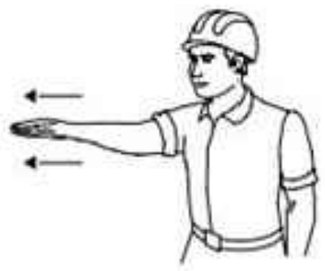
11 GIRAR EL AGUILON EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO



12 AVANZAR EN LA DIRECCION INDICADA POR EL SEÑALISTA



13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA

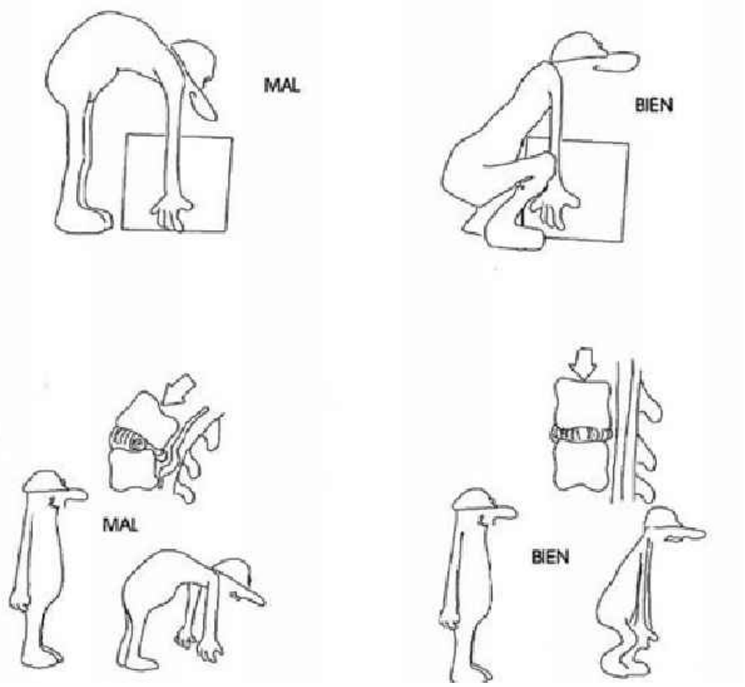


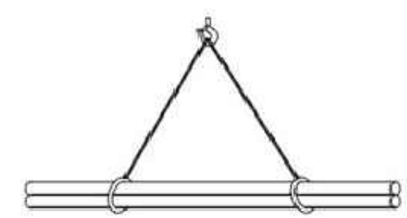
15 PARAR



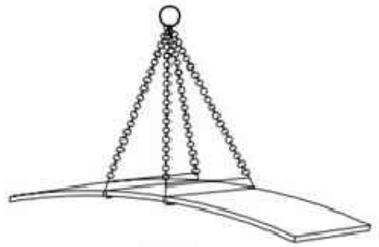
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: S/E S/E FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES	NÚMERO PLANO: A21.2 HOJA 22 DE 23

MANEJO DE CARGAS





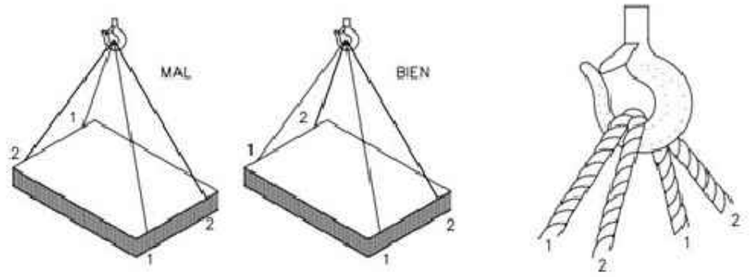
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



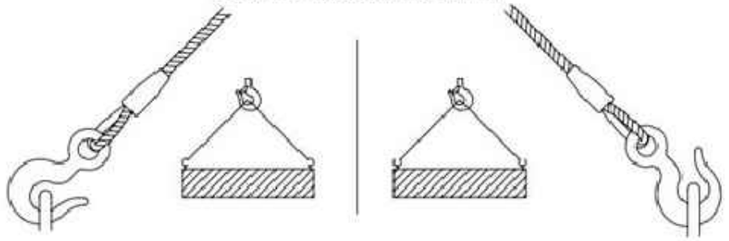
PLANCHA LARGA



AMARRE DE BIDONES

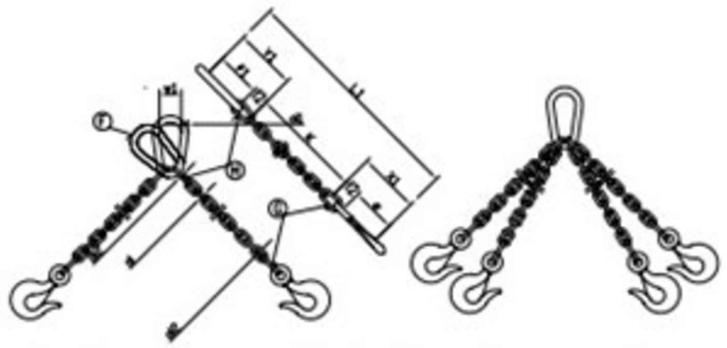


CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



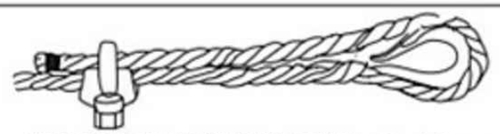
ESLINGAS DE SEGURIDAD

CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL α=45°	CARGA UTIL α=90°	CARGA UTIL α=120°	X_1	Y_1	LONGITUD DE LA CADENA TERMINADA PARA K=1000 mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
Espesor nominal d mm.	DIN 689 e mm.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	mm.	mm.	L_1 mm.	r_1 mm.	d_1 mm.	w_1 mm.	r_2 mm.	r_3 mm.	d_2 mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	**230**	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73



Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.
Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

PRIMERA OPERACION



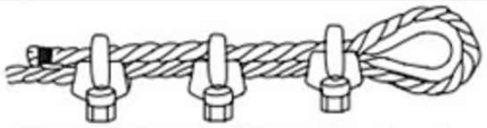
APLICACION DE LA PRIMERA GRAPA : Se dejara una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en numero y espaciamiento dados por la tabla. Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.

SEGUNDA OPERACION



APLICACION DE LA SEGUNDA GRAPA : Se colocara tan proxima a la gaza como sea posible.
La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable.
NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.
mendado.

TERCERA OPERACION



APLICACION DE LAS DEMAS GRAPAS : Se colocaran distanciandolas a partes iguales entre las dos primeras (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable.
APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Martínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
A21.2
HOJA **23** DE **23**

DOCUMENTO Nº3: PIEGO DE PRESCRIPCIONES PARTICULARES

ÍNDICE

ÍNDICE 1

0 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN 3

1 OBLIGACIONES GENERALES 5

1.1 Del Contratista 5

1.2 De los trabajadores 7

2 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 8

2.1 Disposiciones generales 8

2.2 Protecciones personales 8

2.3 Protecciones colectivas 9

3 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD AL PROCESO CONSTRUCTIVO 11

3.1 Elementos de protección individual 11

3.2 Equipos de trabajo 14

3.3 Interferencias con líneas eléctricas 14

3.4 Instalaciones eléctricas 17

3.5 Prevención de incendios 21

3.6 Circulación en obra 22

3.7 Normas de comportamiento por actividades 22

3.8 Replanteo y señalización 22

3.9 Despeje y desbroce 23

3.10 Movimiento de tierras 24

3.11 Excavaciones 26

3.12 Zanjas y pozos 28

3.13 Trabajos a gran altura 29

3.14 Montaje de paneles fotovoltaicos 29

3.15 Actuaciones en anden 30

3.16 Actuaciones en edificios 30

3.17 Hormigonado en solera 31

3.18 Hormigonado por vertido directo 31

3.19 Hormigonado con bomba 33

3.20 Manejo de canaletas de hormigón 33
3.21 Encofrados 34

4 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 39

5 SERVICIOS DE PREVENCIÓN 40

5.1 Servicio Técnico de Prevención 40
5.2 Servicio médico 40
5.3 Libro de incidencias 40

6 COMITE DE SEGURIDAD Y SALUD 40

7 INSTALACIONES MÉDICAS 40

8 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 41

8.1 Vestuarios 41
8.2 Servicios 41
8.3 Comedores 42

9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 43

0 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Este Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1. 997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuyo artículo 4 establece las condiciones de obligatoriedad para los proyectos técnicos de construcción, viniendo reglamentariamente exigido en el presente caso.

De acuerdo con ello, este Estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el Estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra.

Eventualmente, el Plan de Seguridad y Salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el Plan de Seguridad y Salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este Estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualización es a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

La base legal de este Estudio, así como del citado Real Decreto1627/97, dictado en su desarrollo, es la Ley

31/1. 995, de 10 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, cuyo desarrollo reglamentario, de aplicación directa al Estudio de Seguridad y Salud, en tanto que establece normas que deben ser observadas parcial o totalmente en su redacción y posterior cumplimiento que, sin perjuicio de las recogidas en el pliego de condiciones de este Estudio, se concretan en las siguientes:

•Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B. O. E. del 10 - 11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.

•Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

•Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de ener o, B. O. E. 3101-97).

•Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B. O. E. 01-05-98).

•Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O. M. de 27-06-97, B. O. E. 04-0797).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B. O. E. 23-04-97).

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de

Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B. O. E. 2304-97).

•Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B. O. E. 2405-97)

•Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)

•Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B. O. E. 24-05-97)

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B. O. E. 12-06-97)

•Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B. O. E. 07-08-97)

•Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales

•Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

•Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

•Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Ampliación 1 normativa del Estado.

•Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de “Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales”.

•Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el art. 24 de la ley 31/1995de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

•Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE núm. 274 de 13 noviembre.

•Real Decreto 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Deroga el RD 1435/1992 por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

•Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

•Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se

desarrolla la Ley32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

•Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

•Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

•Real Decreto 1635/2011, de 14 de noviembre (BOE 303 de 14/12/2011), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en materia de tiempo de presencia en los transportes por carretera.

•Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.

Así como cualquier otra disposición vigente relativa a estas materias no citadas en esta relación.

Será responsabilidad del Contratista el conocerlas y cumplirlas, sin poder alegar, en ningún caso la falta de comunicación explícita.

1 OBLIGACIONES GENERALES

1.1 Del Contratista

El Contratista deberá facilitar medios y organización adecuados, crear un programa adecuado de seguridad y protección de la salud de los trabajadores que sea conforme a las disposiciones vigentes, y acatar las medidas prescritas en los lugares de trabajo, en materia de seguridad y salud, por la autoridad competente y el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista deberá organizar las obras y proveer y asegurar el mantenimiento de los lugares de trabajo, las instalaciones, los equipos, las herramientas y la maquinaria de modo tal que los trabajadores estén protegidos de todo riesgo de accidente o de daño para la salud que sea razonable y factible evitar. En especial, las obras deberán planearse, prepararse y realizarse de forma apropiada para:

a) Prevenir los antes posible los peligros que puedan suscitarse en el lugar de trabajo.
b) Evitar en el trabajo posturas y movimiento excesiva o innecesariamente fatigosos o molestos.
c) Organizar el trabajo de acuerdo a las prescripciones del Plan de Seguridad y Salud de las obras.
d) Utilizar materiales y productos apropiados desde el punto de vista de la seguridad y salud.
e) Emplear métodos de trabajo de protejan a los trabajadores contra los efectos nocivos de agentes químicos, físicos y biológicos.

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

El Contratista deberá adoptar las medidas necesarias para proteger a las personas que se encuentren en una obra o sus inmediaciones, sean o no trabajadores de las misma, de todos los riesgos que puedan derivarse de ella.

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que técnicos competentes efectúen periódicamente inspecciones de seguridad de todos los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, máquinas, lugares de trabajo y sistemas y métodos de trabajo, de conformidad con las disposiciones vigentes. Los técnicos competentes deberán examinar, por tipos o por separado, según convenga, la seguridad de las máquinas, equipos y materiales empleados en la construcción.

Al adquirir o alquilar instalaciones, equipos o máquinas, el Contratista deberá cerciorarse que aquellos cumplen con las disposiciones vigentes relativas a seguridad y salud, y si no existiesen disposiciones concretas al respecto, asegurarse de que están diseñados o protegidos de manera que su uso sea seguro y no entrañe riesgo alguno para la salud.

El Contratista deberá asegurar la vigilancia necesaria para que los trabajadores efectúen su cometido en las mejores condiciones posibles de seguridad y salud.

El Contratista deberá asignar a los trabajadores únicamente a trabajos adecuados a su edad, aptitud física, estado de salud y capacidades.

El Contratista deberá asegurarse de que todos los trabajadores están bien informados de los riesgos relacionados con sus labores específicas y reciben la formación adecuada sobre las precauciones que deben adoptarse para evitar accidentes o enfermedades.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para asegurarse de que los trabajadores conocen todas las disposiciones vigentes, las normas técnicas, los repertorios de recomendaciones prácticas, las instrucciones y consignas y los avisos relacionados con la prevención de accidentes y riesgos para la salud.

El Contratista deberá asegurarse de que los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, maquinaria o lugares de trabajo en que se haya descubierto un defecto potencialmente peligroso, sean clausurados o retirados hasta su corrección y comprobación.

El Contratista deberá, cuando surja un riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, adoptar medidas inmediatas para interrumpir las actividades y, si fuera necesario, proceder a la evacuación de los trabajadores.

En las obras repartidas en varios lugares, como la que nos ocupa, o donde trabajen aisladamente pequeños grupos de trabajadores, el Contratista deberá establecer un sistema de verificación para comprobar que todos los trabajadores de un turno han regresado, al terminar el trabajo.

El Contratista deberá proporcionar a los trabajadores primeros auxilios y servicios de formación y bienestar adecuados y, cuando no puedan adoptarse medidas colectivas o éstas no sean suficientes, deberá proporcionar equipo y ropa de protección personal adecuados. El Contratista deberá asegurar asimismo a los trabajadores acceso a los servicios de salud en el trabajo.

1.2 De los trabajadores

Los trabajadores tendrán el deber, y el derecho, de participar en el establecimiento de condiciones seguras de trabajo, y de expresar su opinión sobre los procedimientos de trabajo adoptados en lo que concierne a sus posibles efectos sobre la seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán obligación, y derecho, de asistir a las reuniones de formación en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán el derecho de alejarse de una situación de peligro cuando tengan motivos razonables para pensar que tal situación entraña un riesgo inminente y grave para su seguridad y salud. Por su parte deberán tener la obligación de informar de ello, sin demora, a sus superiores jerárquicos.

De conformidad con las disposiciones vigentes, los trabajadores deberán:

f) Cooperar lo más estrechamente posible con el Contratista en la aplicación de las medidas prescritas en materia de seguridad y salud.

g) Velar razonablemente por su propia seguridad y salud y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.

h) Utilizar y cuidar el equipo y las prendas de protección personal y los medios puestos a su disposición, y no utilizar en forma indebida ningún dispositivo que se les haya facilitado para su propia protección o la de los demás.

i) Informar sin demora a su superior jerárquico inmediato y al representante de los trabajadores en materia de seguridad y salud, de toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo potencial y a la que no puedan hacer frente por si solos.

j) Cumplir las medidas establecidas en materia de seguridad y salud.

Salvo en caso de urgencia o de estar debidamente autorizados, los trabajadores no deberán quitar, modificar ni cambiar de lugar los dispositivos de seguridad u otros aparatos destinados a su protección o a la de otras personas, ni dificultar la aplicación de los métodos o procedimientos adoptados para evitar accidentes o daños para la salud.

Los trabajadores no deberán tocar las instalaciones y los equipos que no hayan sido autorizados a utilizar, reparar o mantener en buenas condiciones de funcionamiento.

Los trabajadores no deberán dormir o descansar en lugares potencialmente peligrosos, ni en las inmediaciones de fuegos, sustancias peligrosas y/o tóxicas o máquinas o vehículos pesados en movimiento.

2 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

2.1 Disposiciones generales

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, al máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.2 Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas dictadas por el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores, que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

El empresario estará obligado a determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual y precisar, para cara uno de estos puestos, el riesgo o riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipo o equipos más adecuados de protección individual que deberán utilizarse.

Los trabajadores tienen la obligación de utilizar y cuidar en forma adecuada la ropa y equipo de protección individual que se les suministre.

Deberá instruirse a los trabajadores en el uso, manejo y cuidados de la ropa y equipo de protección personal.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.3 Protecciones colectivas

Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos, con una longitud de 2,50 m.

Dispondrán de patas para mantener su verticalidad, así como elementos adecuados para su unión con la siguiente, de forma que permitan la formación de una valla continua.

Barandillas

Las barandillas protegerán el riesgo de caída superior a 2,00 m. sobre el terreno, siempre que no se disponga de redes u otras protecciones en los bordes. Dispondrán de listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, y llevarán un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes

Tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos de acuerdo con su función protectora y teniendo en cuenta su fijación a elementos propios de las estructuras o construcciones que garanticen su inmovilidad y resistencia.

La utilización de cinturones de seguridad será obligada, siempre que el riesgo de caída de altura no pueda ser cubierto por protecciones colectivas y en trabajos puntuales o de colocación de protecciones que aconsejen su utilización.

Pórticos limitadores de gálibo

El dintel estará debidamente señalizado de forma que llame la atención.

Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.

Redes y sus anclajes

Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan con garantía la función protectora para la que están previstas. De producirse tráfico rodado bajo ellas, deberán ser de malla adecuada a la retención de caída de objetos.

Se dispondrán redes horizontales bajo o a nivel de las cotas de trabajo en los huecos o bordes al vacío. Se dejarán previstos anclajes para la sujeción de redes entre vanos.
Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Todas las redes a disponer serán conformes a las normas UNE-EN-163-1 y UNE-EN-163-2.

Andamios tubulares metálicos

El montaje y desmontaje de estas estructuras se efectuará por personal especializado, atendiendo en todo momento a las especificaciones dadas por el fabricante.

Antes del montaje se deberá conseguir la perfecta nivelación horizontal de los tramos de andamiada para las plataformas de trabajo sobre los mismos.

Todas las andamiadas cuya esbeltez sea superior a 5, deberán arriostrarse a puntos fijos de la estructura o construcción de que se trate.

Todas las plataformas de trabajo sobre andamios y andamiadas deberán disponer de plataformas fijas y un piso unido de una anchura mínima de 0,60 m., estando dotadas de barandilla con pasamanos a 0,90 m., como mínimo del piso y listón intermedio, para el lado opuesto al frente de trabajo, siempre que la altura de trabajo supere 2,00 m. el nivel del suelo.

Aunque el arriostramiento a puntos fijos podría efectuarse mediante cuerdas de seguridad de diámetro 10 mm como mínimo, es preferible el sistema de uniones rígidas.

Todos los tramos de la andamiada tubular deberán unirse mediante bridas y diagonales metálicas.

Pasarelas sobre zanjas

Se podrán construir a base de madera, dotándolas de barandillas y rodapié.

Señales de seguridad

Se colocarán de acuerdo con el R.D. 1403/1986 de 9 de Marzo por el que se aprueba la norma sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (B.O.E. 8-7-86).

Cuando se trabaje en carreteras abiertas al tráfico las señales deberán cumplir la norma 8.3-IC.

Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 m A y para fuerza de 300 m A.

Todos los cuadros y máquinas eléctricas fijas dispondrán de tomas de tierra de manera que se garantice que la resistencia que de tierra sea tal que, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor, garantice una tensión máxima de 24 voltios.

Todos los receptores eléctricos no dotados de toma de tierra, pero con protección diferencial 30 m A, dispondrán de un conductor de protección, de características técnicas reglamentarias, que conecta a tierra las carcasas de sus motores, a excepción de los receptores que dispongan de doble aislamiento.

Las tomas de tierras y los conductores de protección serán revisados periódicamente, comprobándose el perfecto estado y funcionamiento de las mismas.

Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo, cambiando cada año el agente extintor.

Riegos

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.

Plataforma de trabajo y andamios

Tendrán como mínimo 0,60 m de ancho y los situados a más de 2,00 metros del suelo estarán dotadas de barandilla de 0.90 m de altura, listón intermedio y rodapié.

Pasillos o marquesinas de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubos o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevean que puedan caer.

Escalera de mano

Estarán en buen estado de utilización, serán de longitud suficiente para rebasar en 1 m el punto superior de apoyo y estarán previstas de zapatas antideslizantes en la base de los largueros.

Medios auxiliares de topografía

Estos medios, tales como cintas, jalones, miras, etc., serán dieléctricos cuando exista riesgo de electrocución por las líneas eléctricas y catenarias de ferrocarril.

Maquinaria y medios auxiliares

Todo elemento móvil que pueda atrapar, pinchar, cortar, etc., y que se encuentre a menos de dos metros del suelo, será protegido con carcasas.

Toda manipulación en máquinas y vehículos se hará a máquina parada.

3 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD AL PROCESO CONSTRUCTIVO

3.1 Elementos de protección individual

Además del equipo normal de trabajo (casco y mono), antes de comenzar los trabajos se dotará a los trabajadores de los elementos de protección específicos para cada actividad considerándose estos elementos como una herramienta más de trabajo. La protección individual no dispensa en ningún caso de las protecciones colectivas.

Queda prohibido utilizar elementos de protección no homologados y normalizados por el Servicio de Seguridad y Salud de la Empresa.

Protección de la cabeza

Se emplearán cascos de seguridad de protección contra choques e impactos.

Protección de cara y ojos

Se emplearán pantallas de protección, gafas antipartículas y gafas antipolvo para la protección contra:

- Soldadura eléctrica
- Soldadura oxiacetilénica
- Acción de polvos y humos
- Proyecciones
- Salpicaduras
- Radiaciones
- Sustancias gaseosas

Cuando las proyecciones sean incontroladas se usarán las pantallas y gafas juntas.

Protección de oídos

Cuando en un puesto de trabajo el nivel de ruido sea superior al margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el empleo de elementos de protección auditiva.

Protección de piernas y pies

En todos los trabajos con riesgo de accidentes en los pies, se empleará calzado con puntera reforzada.

Ante el riesgo de elementos punzantes se usarán plantillas anticlavos.

En trabajos con peligro eléctrico se utilizará calzado aislante, sin elementos metálicos. Cuando

las chispas supongan un riesgo, el calzado no tendrá ningún elemento metálico. Frente al agua y

humedad se usarán botas altas de goma.

Ante riesgos químicos, medios corrosivos, etc., se usará calzado de caucho o neopreno, con piso de madera.

Cuando se manejen sustancias a alta temperatura, se usará calzado de amianto o suela aislante.

Las suelas serán antideslizantes cuando el suelo sea deslizante. Además del

calzado se usará, según los casos, cubrepiés y/o polainas.

Protección de brazos y manos

La protección de manos, antebrazos y brazos, se hará por medio de guantes, manguitos y mitones de características adecuadas a los riesgos específicos a prevenir, pudiendo ser de tela, cuero, goma, polivinilo, amianto, etc.

Los guantes dieléctricos llevarán marcado en forma indeleble el voltaje máximo para el que garantizan protección, debiendo comprobar periódicamente la ausencia de rotos o poros.

Además de los guantes y manguitos se emplearán cuando proceda, cremas protectoras.

Los guantes se usarán cuando se empleen herramientas (puntero, cincel, etc.) conjunta- mente con un elemento de percusión manual (martillo o maza).

Cuando la herramienta y la maza sean manejadas por personas distintas, se empleará una tenaza alargadera para la herramienta.

También se emplearán guantes en el manejo de ferralla y trabajos análogos.

Protección del aparato respiratorio

Las mascarillas con filtro sólo se emplearán en lugares con buena ventilación y en los que no exista déficit de oxígeno.

Se conocerán los agentes que vician el medio ambiente (polvo, humos, vapores orgánicos, gases, etc.) para elegir los filtros adecuados.

Los filtros mecánicos se cambiarán cuando comiencen a dificultar la respiración. Los químicos después de cada uso.

En aquellos lugares en los que el abastecimiento de aire respirable no esté garantizado, existan atmósferas tóxicas o emanaciones peligrosas que no puedan neutralizarse con filtros, se emplearán equipos de aire inyectado o máscara a manguera.

Los equipos de respiración autónoma sólo serán usados por personal entrenado.

Protección del tronco y el abdomen

Se utilizarán chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas o contra las agresiones químicas.

Se utilizarán cinturones antivibratorios para proteger el tronco contra las vibraciones, esfuerzos, movimientos bruscos, etc (conductores, maquinistas, perforistas con martillo, martillo rompedor, movimiento de cargas a mano, etc.).

Cinturones de sujeción para evitar que el operario pueda aproximarse al vacío, evitando la caída. Cuando exista riesgo de caída se utilizará el cinturón anticaída con amortiguador.

Protecciones diversas

- Mono de invierno: En trabajos subterráneos y de intemperie a bajas temperaturas.

- Trajes de agua: Para trabajos en días lluviosos, ambientes de humedad acusada o en agua.
- Traje de soldador: En trabajos de soldadura.
- Bolsa porta-herramientas: Para trabajos en altura, principalmente en trabajos de mantenimiento.
- Válvula anti-retorno: En todos los sopletes oxiacetilénicos.
- Prendas reflectantes (Chalecos, manguitos, polainas): En trabajos nocturnos, señalistas y, en general, cuando haya que detectar una posición individual.
- Jalones, cintas y miras dieléctricas: En todos los trabajos topográficos con riesgo de contacto, directo o indirecto, con línea o elementos en tensión.
- Equipos de protección contra las caídas de altura.
- Dispositivos anticaídas deslizantes.
- Dispositivos anticaídas con amortiguador.

3.2 Equipos de trabajo

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.

Los equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación se someterán a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez, así como una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento.

Se adoptarán las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo, sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas, estén sujetos a comprobaciones y, en su caso, pruebas de carácter periódico, con objeto de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y salud.

Igualmente, se deberán realizar comprobaciones adicionales de tales equipos cada vez que se produzcan acontecimientos excepcionales, tales como transformaciones, accidentes, fenómenos naturales o falta prolongada de uso, que puedan tener consecuencias perjudiciales para la seguridad.

Las disposiciones mínimas para la utilización de los equipos empleados por los trabajadores se establecen en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio.

3.3 Interferencias con líneas eléctricas

Zona de prohibición de la línea eléctrica aérea (ZL): es el espacio que debe en torno a la línea eléctrica aérea que en ningún momento deberá ser invadido por los elementos de altura o por las cargas que transporten. Su amplitud será en función de la tensión de la línea.

Zona de alcance del elemento de altura (ZE): es la zona que pueden alcanzar las partes más salientes del elemento de altura o carga que transporta.

La estimación de distancias con respecto a la línea deberá efectuarse mediante taquímetro o

pértigas aislantes adecuadas a la tensión de la misma.
No deberán emplearse otros instrumentos que no ofrezcan garantías, aislantes suficientes, a pesar incluso de su apariencia aislante (reglas de madera, tubos de plástico, cintas metálicas etc.).

Para determinar la ZE deberá tenerse en cuenta el penduleo de la carga suspendida y los cables, el balanceo de la carga, el posible abatimiento del elemento de altura por caída en los casos que sea posible y la movilidad del elemento de altura por el terreno.

Las distancias mínimas que deben guardarse ante una línea eléctrica aérea de alta tensión son:

. 3 m para T < 57.000 V

. 5 m para T > 57.000 V

Bloqueos y barreras de protección

Las máquinas de elevación deben llevar unos enclavamientos o bloqueos de tipo eléctrico o mecánico que impidan sobrepasar esas distancias mínimas de seguridad.

Para las máquinas como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalizarán las zonas que no deben traspasar y, para ello se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión.

Estas barreras deben fijarse de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales. Los

largueros o las tablas deben impedir el acceso a la zona peligrosa.

El espacio vertical máximo entre los largueros o las tablas no debe sobrepasar 1,00 metro.

En lugar de colocar los largueros o las tablas, se pueden utilizar cables de retención provistos de la adecuada señalización.

Los cables deben estar bien tensos. El espacio vertical entre los cables de retención no debe ser superior a 0,50 metros.

La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona

Se colocarán redes cuya abertura de mallas no sobrepase los 6 cm. entre los largueros, las tablas o los cables de retención para evitar que elementos metálicos de andamios, hierros de armadura, etc., puedan penetrar en la zona de riesgo.

Barreras de protección en las proximidades de las vías férreas

Si se pone en obra maquinaria en la proximidad de vías férreas, hay que vigilar el que se mantenga en todo momento la distancia mínima de seguridad. Las Compañías de Ferrocarriles generalmente ponen condiciones; las medidas deben discutirse, en cada caso, con los órganos competentes.

Paso bajo líneas aéreas en tensión

La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas debe estar delimitada por barreras de protección.
Las barreras de protección generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal.

En lugar de larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalización.

Deben colocarse barreras de protección en cada lado de la línea aérea. Su alejamiento de la zona peligrosa viene determinado por la configuración de lugares bajo la línea aérea (depresiones de terreno o terraplenes).

La altura de paso máximo debe ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección.

Las entradas del paso deben señalarse en los dos lados.

Si como medida preventiva se procediera, por parte de la compañía titular de la línea, a su descargo, el Jefe del Tajo exigirá antes de iniciar el trabajo que hayan sido colocados equipos de puesta a tierra y cortocircuito en los conductores de la línea de forma visible desde el lugar del trabajo y se le entregue una confirmación escrita de que tal medida se ha llevado a cabo y de que no será retirada sin su conocimiento.

Cuando la medida preventiva a adoptar conlleve una actuación sobre la línea eléctrica o en su proximidad inmediata (descargo, aislamiento, traslado, conversión en subterránea e instalación de resguardos próximos) deberá gestionarse toda actuación con la Compañía propietaria de la misma, quien se encargará de llevarla a cabo o dará instrucciones pertinentes en su realización. En todo caso se le consultará para conocer la tensión de la línea y la altura de los conductores sobre el terreno.

El Jefe del Tajo supervisará y dirigirá las operaciones que se realicen con elementos de altura de forma permanente, ocupándose de que sean mantenidas las distancias necesarias para no invadir la zona de prohibición de la línea, que previamente habrá sido delimitada y señalizada. Se considera que esta medida es preventivamente suficiente sólo en trabajos que tengan una duración ocasional y se realicen a distancias medias o remotas de la línea.

En cualquier caso, el Jefe del Tajo estará al corriente de las medidas de seguridad adoptadas, velará periódicamente por su buen estado y por el correcto desarrollo del trabajo.

Recomendaciones a observar en caso de accidentes

- Caída de línea

  Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que está sin tensión.

  No se debe tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

- Accidente con máquinas

  En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., deben observarse las siguientes normas:

  - El conductor o maquinista

Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.

Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.

Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario. Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

- Las personas presentes

Se alejarán del lugar no intentando socorrer de inmediato a los accidentados si los hubiera.

Si el contacto con la línea persiste o se ha roto algún cable, avisarán a la Compañía eléctrica para que desconecte la línea.

Si hay accidentados solicitarán ayuda médica y ambulancia.

- Auxilio a los accidentados

En líneas de alta tensión, únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado. Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.

Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.

En líneas de baja tensión, si persiste el contacto o hay cables caídos podrán socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.

3.4 Instalaciones eléctricas

Disposiciones de carácter general

Todos los materiales, aparatos, accesorios e instalaciones eléctricas deberán ser construidos, instalados y mantenidos en buenas condiciones por una persona competente.

Todo material y equipo eléctrico deberá inspeccionarse antes de su utilización, para cerciorarse de que es apropiado para el fin a que se destina.

El tendido y mantenimiento de cables y aparatos eléctricos en las obras deberían realizarse conforme a lo dispuesto en las leyes y reglamentos nacionales.

Todos los elementos de las instalaciones eléctricas de obra deberán tener dimensiones y características conformes a los requisitos exigidos en los Reglamentos Electrotécnicos de Alta y Baja Tensión, así como en su Normativa Complementaria, y adecuados a los fines a que puedan designarse, y en particular deberán:

a) Tener una resistencia mecánica suficiente, habida cuenta de las condiciones reinantes en la obra.

b) Resistir la acción del agua y del polvo, así como los efectos térmicos que haya de soportar en las obras.

La acometida se realizará con red trenzada de Baja Tensión mediante postes de sujeción, siendo los conductores aislados de tensión nominal 1.000 V, designación 0,6/1 kV Se debe respetar una altura mínima al suelo de 2,5 m y, en recorridos por debajo de esta altura, se asegurará protección mecánica por un grado de protección IP. 55.7.

Cuadro general

El cuadro general de mando y protección será tipo intemperie y estanco, con un grado de protección mínimo IP.557, contra chorro de agua y polvo.

Los elementos que se instalen adosados a la superficie del cuadro (tomas de corriente, mando de accionamiento, etc.) tendrán el mismo tipo de aislamiento y grado de protección.

Los cuadros secundarios de distribución serán de la misma naturaleza y si se instalan en interiores o locales secos su grado de protección será IP.54

Dentro del cuadro se instalarán como mínimo los siguientes elementos:

- Fusibles generales
- Contador (activa-reactiva)
- Embornado distribución
- Interruptor automático general tetrapolar
- Interruptor diferencial (fuerza)
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en diferentes circuitos de fuerza, 300 mA
- Interruptor diferencial (alumbrado 30 mA)
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en diferentes circuitos de alumbrado
- Salidas para tomas de corriente y cuadros secundarios con sus correspondientes protecciones
- Transformador de seguridad
- Salida de enlace con toma de tierra

El interruptor general automático tetrapolar tendrá la capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuitos que puedan presentarse en el punto de su instalación y si no cumplieran esta condición estarán protegidos por cortocircuitos fusibles.

El cuadro general, si es metálico, estará debidamente conectado a tierra.

Tomas de corriente

Las tomas de corriente serán del tipo industrial y adecuadas para el uso intemperie. Su grado de protección corresponderá a IP 447.

Las tomas de corriente a la salida del cuadro estarán protegidas por interruptores automáticos omnjpolares.

Las tomas de corriente estarán dotadas de conductor de protección y como mínimo serán para una intensidad de 16 A/220 V, 32 A/380 V, monofásicos o trifásicos con toma de tierra.

Se utilizarán colores normalizados: Azul 220 V, Rojo 380 V y Violeta 24 V.

Las tomas de corriente serán del tipo industrial y adecuadas para el uso intemperie.

Las tomas de corriente a la salida del cuadro estarán protegidas por interruptores automáticos omnjpolares y dotados de conductor de protección.

Los interruptores de la instalación serán tipo Intemperie.

Los cuadros secundarios de distribución cumplirán con lo expuesto para el cuadro general.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (magnetotérmicos) tendrán polos protegidos, correspondiendo con el número de fases del circuito que protegen, y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores.

Conductores

Las corrientes máximas admisibles para cables de 1.000 V serán los especificados en las tablas de la Instrucción M.I.B.T. 004 del Reglamento Electrotécnico y para aislamiento de 750 y 450 V la tabla I y la tabla II de la Instrucción M.I.B.T. 017.

El grado de protección para los conductores será I.P. 44 para ambientes húmedos y polvorientos.

Las mangueras eléctricas en general estarán protegidas mecánicamente cuando discurran por el suelo y, a ser posible, su instalación será preferentemente aérea.

La identificación de conductores en función del color de la capa aislante, corresponderá a la siguiente especificación, y su dimensionamiento en función de la potencia del circuito, y las intensidades máximas admisibles a la sección que corresponda:

Conductor Neutro..... Azul

Conductor Fase R.....Negro

Conductor Fase S ..... Marrón

Conductor Fase T ..... Gris

Conductor Protección.....Amarillo-Verde

Los conductores de protección tienen como misión unir eléctricamente las masas metálicas de las distintas máquinas empleadas en la obra para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos por corrientes de derivación. Las secciones mínimas de los conductores son las fijadas en la Tabla 1. Dichos conductores irán alojados en los mismos tubos de protección que los conductores activos.

TABLA 1: SECCIONES MÍNIMAS. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE FASE DE LA INSTALACIÓN S (mm^2)	SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN (mm^2)
S<= 16	S
16< S<= 35	16
S> 35	S

Puesta a tierra

Los valores de la resistencia de tierra deberán ser tales que cualquier masa no pueda dar a lugar a tensión de contacto superior a 50 V emplazamiento seco y 24 V emplazamientos húmedos.

La puesta a tierra podrá ser de alguno de los siguientes tipos:

Placas enterradas de cobre con espesor mínimo de 2 mm o de hierro de 2,5 mm, siendo la superficie útil mayor que 0,5 m^2.

Picas verticales de tubo de acero recubierto de cobre o cromo de 25 mm de diámetro o perfiles de acero dulce de 60 mm. de diámetro y barras de cobre de 15 mm. Las longitudes mínimas no serán inferiores a 2 m.

Conductores enterrados horizontalmente, de cobre desnudo, de 35 mm^2 de sección, pletinas de cobre de 35 mm y 2 mm de espesor o cables de acero galvanizado de 95 mm^2

Protección en maquinaria y equipos

Toda la maquinaria contará con el grado de protección adecuado a trabajos intemperie y a este respecto están clasificadas como Clase 01, en el vigente Reglamento. (M.I.B.T. 031) y su grado de protección mínimo será IP. 55.

La maquinaria en general de obra en cuanto a sus sistemas eléctricos cumplirá con las Instrucciones 027 y 028 del Reglamento para Baja Tensión.

Los útiles y herramientas portátiles con accionamiento eléctrico a tensiones normales 220/380 V estarán dotados de doble aislamiento, y cumplirán lo prescrito en la Norma UNE. 20314. Los equipos con doble aislamiento, clasificados como receptores Clase II, (Instrucción M.I.B.T. 031, punto 1-2 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión), podrán ser de dos tipos, con las características siguientes:

Con aislamiento envolvente (Clase II-A). Disponen de una envolvente de material aislante y duradera, prácticamente continua, que incluye todas las partes metálicas excepto pequeñas piezas, como placas de características, tornillos o remaches, que estén separadas de las partes activas por un aislamiento equivalente, al menos, al reforzado.

Con envolvente metálica (Clase II-B). Tienen una envolvente metálica prácticamente continua y aislada totalmente de las partes activas por un doble aislamiento, excepto en aquellas partes en que se emplee un aislamiento reforzado por no ser realizable el doble aislamiento.

Alumbrado

Los puntos fijos de alumbrado se situarán en zona no accesible y superficies firmes. Si se colocasen en zona accesible debe considerarse que el receptor sea de Clase I.

Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección.

Las líneas generales de fuerza y derivaciones a puntos de alimentación estarán protegidas mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y automáticos magnetotérmicos calibrados para los distintos circuitos.

Los puntos de luz que estén a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua.

El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltio, no empleándose casquillos metálicos, y la lámpara estará protegida contra golpes y con grado de protección en torno a la cifra IP.3 como mínimo.

Canalizaciones eléctricas de baja tensión

Las canalizaciones eléctricas de baja tensión para alimentar pequeños cuadros de distribución repartidos por la obra, desde los Centros de Transformación o desde los Cuadros Eléctricos principales, deberán ser siempre subterráneas, e ir protegidas bajo tubo de acero o bien bajo tubo de plástico o fibrocemento, en zanja rellena de hormigón, especialmente en cruces con carreteras o caminos de paso de vehículos pesados.

3.5 Prevención de incendios

El Contratista protegerá todas sus instalaciones en Obra (oficinas, talleres, almacenes, etc.), mediante extintores portátiles, de capacidad y tipo adecuados a la causa determinante del fuego

a extinguir.

El emplazamiento de los extintores será señalizado de forma que puedan localizase fácilmente y se procurará situarlos en las cercanías de los accesos a los locales. Se instruirá sobre su manejo al personal cuyos puestos de trabajo se hallen en las inmediaciones del extintor.

Todos los aparatos se revisarán cada 6 meses como máximo, cambiando cada año el agente extintor.

En obra, se pondrá especial interés en aquellos trabajos de los que puedan derivarse peligro de incendio, particularmente los de soldadura, y se preverá el correcto acopio de materiales inflamables.

3.6 Circulación en obra

- Se cumplirán las disposiciones del Código de la Circulación
- Se respetarán los límites de velocidad establecidos.
- Se respetará la señalización existente
- Se estacionará en lugar que no obstruya el paso
- No se tratará de adelantar cuando el polvo impida la visibilidad
- Los vehículos industriales (grúas, motovolquetes, palas, etc.) no transportarán pasajeros.

3.7 Normas de comportamiento por actividades

Seguidamente se recogen, para diversas unidades de obra, los riesgos más frecuentes y los medios de protección que, como mínimo se deben cumplir.

3.8 Replanteo y señalización

Los Topógrafos y Ayudantes conocerán y observarán las normas específicas para trabajos de Topografía.

Antes de comenzar los trabajos se dispondrá de los terrenos, así como los permisos de los servicios afectados durante la ejecución de los trabajos.

Los obstáculos enterrados, muy especialmente las acometidas, líneas eléctricas y conducciones peligrosas deben estar perfectamente señalizadas en toda la longitud afectada.

Las conducciones aéreas: líneas eléctricas, telefónicas, etc., serán señaladas y protegidas mediante gálibos.

La señalización se colocará con las debidas precauciones antes de empezar los trabajos y sólo se retirarán cuando estos trabajos hayan terminado totalmente.

Se situarán en un plano los obstáculos que se van a atravesar (conducciones, caminos, líneas

eléctricas, etc.), indicando claramente las características, gálibos, profundidad, etc.

Los laborantes y ayudantes de topografía en los trabajos de campo en zonas de circulación, estarán señalados con un jalón de dos metros (2 m) de altura con una banderita roja en el extremo.

Antes de iniciar los trabajos en carreteras se solicitará el oportuno permiso al Organismo titular y se instalarán las señales y balizas que le sean marcadas en las instrucciones entregadas por el Organismo competente.

Todas las señales serán reflectantes.

Se empleará el número mínimo de señales que permita al conductor tomar las medidas o hacer las maniobras necesarias, en condiciones normales, con comodidad.

Los señalistas del tráfico usarán chaleco y manguitos reflectantes, y habrán sido previamente entrenados para este cometido.

El borde inferior de las señales estará a un metro del suelo.

Las vallas tendrán luces en sus extremos, que serán rojas y fijas en el sentido de la marcha y amarillas fijas o centelleante en el contrario.

Cuando las vallas estén en el centro de la calzada con circulación por ambos lados, llevarán luces amarillas en ambos extremos.

3.9 Despeje y desbroce

Antes de empezar los trabajos se señalizará el tajo teniendo presente la zona de carretera que pudiera verse afectada por la posible caída de materiales.

Está absolutamente prohibido la permanencia de personal dentro del radio de acción de las máquinas trabajando.

Los camiones, cuando circulen por vías abiertas al tráfico, dispondrán de trampillas y/o lonas para evitar la pérdida de carga durante el transporte.

Se observarán las normas para vehículos de transporte, compactadores y señalización.

Queda prohibido iniciar el levantamiento del volquete, bajo cualquier línea eléctrica o telefónica, si no está bien señalizada con su gálibo, o si el conductor no recibe orden expresa del encargado del tajo.

Antes de iniciar el levantamiento del volquete, el conductor se asegurará de que no existan obstáculos en sus proximidades.

No se iniciará la marcha hasta que el volquete esté totalmente abatido.

Está prohibida la limpieza de la caja subido sobre la misma, si no está bien abatida.

Antes de comenzar la elevación del volquete, el conductor se asegurará de la compac- tación del terreno y de la buena nivelación del camión.

Antes de iniciarse las operaciones, deben vallarse todos los huecos y bordes. Todos los

servicios enterrados serán detectados previamente.

Estos servicios se señalizarán y su situación será conocida por el personal de la obra, fundamentalmente por los maquinistas de las excavadoras.

Los maquinistas conocerán perfectamente el tipo de conducción, sus riesgos, distancias a las que tienen que suspender los trabajos y estarán advertidos de que ante un imprevisto deben avisar al encargado inmediatamente.

Durante la carga del camión, el conductor abandonará la cabina, especialmente si la carga es con material grueso (roca o piedra), dejará perfectamente frenado el camión, se alejará de la zona de trabajo y usará el casco protector.

Toda manipulación sobre cualquier órgano móvil de la máquina se hará a motor parado.

Toda máquina o vehículo estará dotado de pórtico antivuelco o cabina.

Los operadores y conductores no abandonarán sus máquinas o vehículos en funciona- miento, en lugares que puedan estorbar a otra máquina o trabajos, y sin meter los enclavamientos en evitación de que puedan ponerse en marcha de forma fortuita.

El operador de la máquina subirá a su puesto de trabajo por los accesos dispuestos para este fin.

No se permitirá la presencia de persona alguna en el radio de acción de las máquinas o vehículos cuando estén en movimiento, siendo responsabilidad de los maquinistas y conductores el que esta norma se cumpla y de asegurarse de que las proximidades de su máquina o vehículo están despejadas antes de ponerla en funcionamiento.

La disposición de las máquinas cuando estén trabajando será tal que evite todo tipo de interferencias de unas con otras.

Si en algún tajo fuera necesario trabajar en horas nocturnas, se dispondrá de iluminación suficiente, más intensa en los puntos que se consideren más peligrosos.

Cuando un equipo deba trabajar en las proximidades del borde inferior de taludes, éstos habrán sido previamente saneados, quedando terminantemente prohibido ejecutar otros trabajos en los bordes superiores de los taludes que pudieran ocasionar desprendimientos.

Los conductores de los caminos respetarán la señalización dispuesta tanto en la obra como en caminos y carreteras.

3.10 Movimiento de tierras

Se detectarán a lo largo de la traza los posibles servicios enterrados que existan, cables eléctricos, de teléfonos, conducciones de agua, sistema de riego, etc.

Detectado alguno de estos servicios, se señalizará claramente de manera que nadie tenga duda de que en esos puntos no se puede trabajar, salvo orden del jefe de Tajo que deberá dar instrucciones claras de cómo deben realizarse los trabajos y las precauciones que deban adoptarse.

Igualmente, un topógrafo recorrerá la traza, los caminos de servicio y las pistas de acceso a vertederos ó préstamos y señalará en un plano de planta las líneas aéreas eléctricas de Alta y Baja

Tensión o cualquier obstáculo que pueda encontrar.

Junto a cada línea se señalará la altura sobre el suelo, o sobre el futuro terraplén acabado, caso de tener que terraplenar.

Se investigará a continuación la altura del mayor camión con el volquete levantado u otra posible máquina que deba pasar por allí. Si esta altura invade la zona de Seguridad (5 m) se procederá de la siguiente forma:

- Se requerirá de la Administración y del Organismo competente el cambio de traza de la línea o su elevación
- Se señalizarán ambos lados de la línea con carteles de advertencia y al mismo tiempo se podrán gálibos, también a ambos lados de la línea, respetando la distancia de seguridad, según el voltaje

Si a lo largo de la traza se encontrarse alguna edificación u otro tipo de obra de fábrica a demoler, el Jefe del tajo dará instrucciones claras sobre la forma de acometer los trabajos.

Para evitar en lo posible la entrada de terceros en los tajos, en cada uno de éstos deben colocarse carteles que claramente señalen la prohibición de pasar, tanto a vehículos como a personal.

Todos los caminos se dimensionarán en función de los vehículos que deban circular y se mantendrán en buen estado de conservación.

Todo trabajo que pueda producir caída de los materiales sobre un camino o zona transitable deberá ser señalizado. Si fuera necesario se cortará el tráfico en momentos clave.

Todos los caminos de servicio y enlaces con carreteras dispondrán de la señalización reglamentaria.

Antes de iniciar los trabajos de extendido y compactado deben vallarse y señalizarse los huecos que existan.

Cuando camiones o máquinas deban de manera esporádica cruzar caminos, carreteras o vías férreas, para su traslado de un tajo a otro, el Jefe del tajo asistirá personalmente a la maniobra, siendo su responsabilidad la organización de estos cruces.

Cuando de manera continua los camiones deban cruzar una vía de circulación, se dispondrá con anticipación la señalización necesaria.

Si el tráfico es intenso se dispondrá de señalistas que corten el tráfico. Para organizar estos cruces se solicitará la oportuna autorización de las autoridades competentes.

Los taludes serán adecuados al tipo de terreno en el que se trabaje.

En trabajos nocturnos, el personal utilizará prendas reflectantes, cuando trabaje en la plataforma de la carretera.

En las zonas de compactación no debe haber personas a pie.

El personal se mantendrá alejado de los taludes en donde se trabaje con máquinas y usará monos color vivo para su mejor localización.

A pie de talud no se trabajará en el borde superior, que debe estar señalizado.

Los maquinistas y conductores se asegurarán de que las inmediaciones de sus máquinas y vehículos estén despejadas de personas y cosas.

El operador subirá y bajará a su máquina y vehículo sólo por los accesos dispuestos para estos fines.

Toda máquina o vehículo estará dotado de pórtico antivuelco o cabina.

Ningún operador de máquina o vehículo ejecutará trabajo alguno a menos de cinco metros (5 m) de una línea eléctrica aérea de A.T. Si así fuera a ocurrir parará y pedirá instrucciones a su Jefe de tajo.

Toda manipulación sobre máquina o vehículo se hará a máquina y motor parado.

Los Jefes de los Tajos

Organizarán el tráfico en los mismos, en los vertederos, en los préstamos y en las pistas que unen estos puntos.

Señalarán las posiciones relativas de máquinas y camiones, marcando las zonas de espera para la carga y descarga, y la forma de hacer las maniobras.

Cuando aparquen vehículos ligeros en tajos, deberán dejarlos fuera del alcance de cualquier camión o máquina, incluso por maniobras imprevistas. Estas zonas de esta- cionamiento quedarán claras para todo el personal.

No permitirán la presencia de personas en las zonas de maniobra o circulación de máquinas o camiones.

En los vertederos y para evitar el vuelco de camiones, harán que se mantenga un cordón de material en el borde o pondrán topes.

Si se produce excesivo polvo en el tajo o vías de circulación, se utilizará una cuba para riego, debiendo estar el conductor advertido de las zonas a regar y la cantidad de agua a "tirar" para evitar derrapes.

Cuando se efectúe descarga en taludes donde las piedras puedan rodar, se delimitará el área de su acción con una señalización adecuada.

En caso de rotura accidental de una conducción eléctrica, mantendrá al personal alejado de la misma y del vehículo que la haya provocado.

3.11 Excavaciones

Antes del inicio de los trabajos

Se investigará la posible existencia de servicios enterrados, reflejando, en plano, su situación y características.

Igualmente se estudiarán las cimentaciones cercanas (distancia, profundidad, cargas que transmiten, etc.) para poder adoptar las necesarias medidas de prevención.

Si existieran líneas aéreas, eléctricas o de otro tipo, se estudiarán las posibles interferencias con máquinas y camiones.

Los accesos a la excavación se dimensionarán con arreglo al tipo de vehículos o máquinas que deban circular. Las pendientes se estudiarán en función de dichos vehículos y de la época del año en la que se ejecuten los trabajos.

Cuando no pueda dejarse el talud que se requiera para la estabilidad del terreno del que se trate, se procederá a entibar.

Durante los trabajos

El tráfico, en zonas de maniobra y aparcamiento estará perfectamente organizado. Se regará

si se produce polvo.

En excavaciones para cimentaciones de tuberías se organizarán los trabajos de forma que queden abiertas el menor tiempo posible.

Después de las lluvias y antes de reanudarse los trabajos se revisará el estado de la excavación, y muy especialmente la entibación en aquellos casos en que se haya dispuesto.

En excavaciones a mano, el personal se situará a distancias mínimas de 1,50 m entre sí.

En excavaciones con retro, el personal que pueda haber en la zanja se situará fuera del alcance de la máquina.

En las zanjas se deben colocar escaleras para la entrada y salida del personal.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

Todo operador se asegurará de que las inmediaciones de su máquina o vehículo estén despejadas de personas o cosas antes de ponerla en funcionamiento.

Ante cualquier obstáculo imprevisto, los operadores de máquinas y vehículos se pararán y avisarán al Jefe del tajo.

3.12 Zanjas y pozos

Los trabajadores emplearán escaleras de seguridad para subir y bajar a la zanja o pozo, estando totalmente prohibido hacerlo por medio de los elementos del entibado o saltando.

Se respetará en todo momento la distancia de seguridad entre los hombres y la retroex- cavadora.

Los compactadores subirán y bajarán a las zanjas o pozos mediante rampas adecuadas o mediante grúas; en este caso estarán definidos y preparados los puntos de enganche

Los cables empleados serán los adecuados y estarán en perfecto estado en todo momento.

Nadie permanecerá bajo la carga suspendida (compactador). Si fuera necesario gobernarla se hará mediante cuerda y fuera de la vertical de la carga suspendida.

El maquinista del compactador prestará especial atención a la situación de sus compa- ñeros y al entibado, teniendo prohibido tocar los elementos de éste sin la previa autorización del Jefe del Tajo.

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60º y 90º para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezca absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

3.13 Trabajos a gran altura

Siempre que sea necesario para prevenir un riesgo, o cuando la altura de la estructura o su declive excedan de los fijados por las leyes o reglamentos nacionales, deberán tomarse medidas preventivas para evitar las caídas de trabajadores y de herramientas y otros materiales y objetos.

Los lugares de trabajo elevados, situados en más de 2 metros, o a otra altura prescrita, deberían estar protegidos por todos los lados que den al vacío mediante barandillas y plintos conformes a las leyes y reglamentos nacionales pertinentes. Cuando no puedan instalarse barandillas y plintos, deberían proporcionarse y utilizarse arneses de seguridad adecuados.

Los lugares del trabajo elevados, deberán estar provistos de medios seguros de acceso y salidas, tales como escaleras, rampas, escaleras de mano o escalas conformes a las leyes y reglamentos nacionales pertinentes.

Cuando no puedan instalarse barandillas, las personas ocupadas en lugares de trabajo, donde exista riesgo de caída desde una altura superior a 2 metros, deberían estar protegidos convenientemente, por ejemplo, mediante redes, toldos o plataformas de seguridad, o llevar arneses de seguridad con el cable salvavidas amarrado.

3.14 Montaje de paneles fotovoltaicos

Durante el montaje de las instalaciones fotovoltaicas, tanto en marquesinas como en los módulos del parque solar, se adoptarán medidas específicas de prevención y protección destinadas a minimizar los riesgos derivados de los trabajos en altura, las maniobras de izado, la manipulación de elementos eléctricos y el tendido de cableado.

En la fase de montaje de las marquesinas se garantizará la estabilidad de la estructura y la correcta nivelación del terreno antes de iniciar cualquier trabajo. La zona de intervención se vallará y señalizará adecuadamente para impedir el acceso a personal ajeno. Los operarios emplearán equipos de protección individual adecuados (arnés anticaídas, casco con barboquejo, guantes y calzado de seguridad) y se utilizarán plataformas o andamios certificados para las tareas en altura. Durante el izado y colocación de perfiles o paneles se prohibirá el paso bajo cargas suspendidas y se controlará la maniobra mediante personal cualificado.

En la colocación de los módulos fotovoltaicos se extremarán las precauciones frente al riesgo eléctrico. Los paneles se manipularán con guantes dieléctricos y se mantendrán desconectados o cubiertos hasta el momento de su instalación definitiva. Se comprobará la correcta fijación de los bastidores y la estabilidad de la estructura soporte, asegurando la continuidad de la puesta a tierra. Todo el personal deberá disponer de formación específica en trabajos eléctricos en baja tensión y seguir las instrucciones del técnico responsable.

Durante el tendido del cableado hacia el centro de transformación se delimitarán los recorridos de las zanjas y se instalarán protecciones mecánicas, cinta de advertencia y capa de arena sobre los conductores. Se garantizará la ausencia de tensión antes de cualquier manipulación y se aplicarán procedimientos de consignación eléctrica en los puntos de conexión. En el interior del centro de transformación, únicamente el personal autorizado podrá realizar los trabajos de conexionado, manteniendo las medidas de bloqueo y señalización de seguridad.

En cuanto a los sistemas de protección, se instalarán dispositivos contra sobretensiones, fusibles y seccionadores de corte, asegurando el correcto aislamiento y la conexión a tierra de todos los elementos metálicos. Los cuadros eléctricos deberán contar con señalización de peligro visible y cierre con llave. Antes de la puesta en servicio, se efectuarán las verificaciones de aislamiento, continuidad de tierras y polaridad.

3.15 Actuaciones en anden

Durante la ejecución de los trabajos en los andenes, tanto en la ampliación estructural como en la reparación de los existentes y la instalación de vallado y mobiliario, se aplicarán las medidas de seguridad necesarias para prevenir riesgos de caída, atrapamiento y manipulación de cargas. La zona de obra se balizará y señalizará adecuadamente, manteniendo en todo momento un perímetro de seguridad y accesos controlados.

En las labores de ampliación estructural se comprobará la estabilidad del terreno y se ejecutarán los trabajos de excavación y hormigonado bajo supervisión técnica, garantizando la entibación de zanjas cuando sea necesario y evitando la presencia de personal bajo elementos suspendidos. Durante el montaje de encofrados y ferralla se utilizarán medios auxiliares seguros y equipos de protección individual adecuados. El desencofrado no se realizará hasta que las piezas hayan alcanzado la resistencia suficiente, evitando riesgos de desprendimiento o colapso.

En las operaciones de reparación del andén existente se protegerán las zonas de demolición y se controlará la proyección de fragmentos mediante pantallas o barreras. Los trabajos de picado, limpieza y reposición de morteros se efectuarán con guantes anticorte, gafas de seguridad y mascarillas contra polvo mineral. Los bordes del andén permanecerán protegidos mediante barandillas provisionales hasta la finalización de los trabajos, y se revisará la regularidad de los pavimentos y la correcta formación de pendientes.

Para la instalación del vallado y el mobiliario urbano se delimitarán las zonas de actuación y se emplearán herramientas y medios de elevación adecuados al peso de las piezas. Los anclajes se ejecutarán conforme a las especificaciones del fabricante, evitando la proyección de partículas y garantizando la estabilidad de los elementos instalados. Durante el tensado de mallas o barandillas se mantendrá la distancia de seguridad y se evitarán atrapamientos.

3.16 Actuaciones en edificios

Las actuaciones previstas en el edificio comprenden trabajos de cerramientos y carpinterías, instalación de servicios básicos, colocación de mobiliario y adecuación de la cubierta

En los trabajos de cerramientos y carpinterías se utilizarán andamios, plataformas o escaleras certificadas, asegurando su correcta nivelación y sujeción. Se extremarán las precauciones frente a caídas de altura y proyección de fragmentos, utilizando los equipos de protección individual adecuados (casco, guantes, gafas y arnés cuando proceda). Las piezas de carpintería y vidrio se manipularán con medios auxiliares o ayudas mecánicas, evitando esfuerzos manuales excesivos y manteniendo una zona libre de paso durante su instalación.

La instalación de servicios básicos (electricidad, fontanería, climatización y telecomunicaciones) se realizará bajo supervisión técnica y por personal autorizado, siguiendo los procedimientos de

consignación eléctrica y garantizando la correcta fijación de canalizaciones y soportes. Se verificará la ausencia de tensión antes de cualquier conexión y se evitará el tendido de cables en zonas de tránsito o con riesgo de caída de objetos.

Durante la adecuación de la cubierta se controlará el acceso mediante señalización y vallado perimetral. Los trabajos se ejecutarán con arnés anticaídas y línea de vida, asegurando una base estable y libre de obstáculos. Se evitará el almacenamiento de materiales en zonas no previstas y se revisará la estanqueidad y estabilidad estructural antes de proceder a la instalación de acabados o elementos ligeros.

3.17 Hormigonado en solera

Los conductores de los camiones respetarán las normas del tajo, así como la señalización y normas para conductores de vehículos.

Los camiones-hormigonera respetarán la distancia de seguridad señalada entre las ruedas del camión y el borde de la excavación durante el vertido directo y durante el transporte. Se dispondrán calzos-tope para las ruedas traseras.

Cuando esta distancia sea superior a la permitida para la descarga del hormigón por medio de las canaletas, esta descarga se hará por medios que permitan la distancia de seguridad entre el vehículo y el borde de la zanja.

Las canaletas permanecerán abatidas durante los traslados del camión hormigonera.

El encargado de las canaletas prestará la máxima atención a su manejo sin olvidar que son elementos de movimientos bruscos y rápidos.

Los operarios que manejen el hormigón, además de la ropa normal de trabajo (casco, mono, etc.) usarán obligatoriamente botas de goma, guantes y gafas antipartículas.

El personal subirá y bajará a la zanja por medio de escalera de seguridad.

Prestarán especial atención a no realizar el vertido del hormigón sobre elementos de entibado.

Cuando en las zonas de agua se vierta "hormigón seco", se ayudarán con carretillas o paletado. En este caso, además de las normas expuestas, se respetarán las siguientes:

- Se fijará el recorrido de las carretillas.
- El vertido directo con carretilla se hará siempre de frente, disponiendo un tope para la rueda de la carretilla.
- Cuando se vaya a realizar el vertido con carretilla o a pala, no habrá personal en el fondo de la zanja.

3.18 Hormigonado por vertido directo

Antes de comenzar la ejecución del hormigonado deben realizarse las siguientes operaciones:

- Examen de los encofrados, y apuntalamiento si los hubiera, así como de la ferralla.
- Limpieza de la zona de trabajo en lo referente a puntas, maderas sin apilar, etc.
- Habilitación de lugares desde donde trabajar con seguridad.
- En caso necesario, montar una estructura de andamio con piso no inferior a 60 cm de ancho, barandilla de 90 cm y rodapié.
- Dotar a los que vayan a ser pasos obligados del personal de piso no inferior a 60 cm de ancho, con barandilla de 90 cm si la altura de caída fuera superior a 2 m.
- Estudio de las medidas de seguridad a tomar para protección del personal.
- Estudio de la conveniencia de utilizar uno u otro medio de hormigonado en lo que atañe a la seguridad en los trabajos.
- Comprobar que la maquinaria a utilizar cumple con las normas prescritas en sus normas de seguridad. Concretamente, la maquinaria eléctrica debe tener un conductor de puesta a tierra, si no lo tiene individualmente, y estar protegida por disyuntor diferencial.

Los conductores de los camiones-hormigonera respetarán las normas del tajo, así como la señalización y las normas de seguridad para conductores de camión hormigonera.

Se dispondrá y señalizarán los lugares en los que se deba realizar el vertido del hormigón desde el camión al motovolquete.

En la elección de estos lugares se habrá tenido presente la firmeza del terreno, así como la diferencia de niveles donde deban posicionarse ambos vehículos.

Las canaletas permanecerán abatidas durante los traslados del camión hormigonera.

El encargado de las canaletas prestará la máxima atención a su manejo sin olvidar que son elementos de movimientos bruscos y rápidos.

Si en alguna ocasión los camiones hormigoneras tuvieran que hormigonar directamente, respetarán la distancia de seguridad señalada entre las ruedas del camión y el borde de la excavación.

Antes de posicionar el camión el conductor se asegurará de que los topes para las ruedas están correctamente colocados.

El conductor del motovolquete respetará las normas del tajo, así como la señalización y las normas de seguridad para operadores de motovolquete.

El operador del motovolquete examinará, junto con el encargado del tajo, la zona que se hormigonará, acordando, en función de la firmeza del terreno, los recorridos, situación de los topes para las ruedas, etc.

La zona de zanja donde se va a verter el hormigón se habrá despejado previamente de personas y cosas.

Los operarios que manejen el hormigón, además de la ropa normal de trabajo, usarán botas, guantes y gafas antipartículas.

Los puntos elegidos para limpieza de las hormigoneras no supondrán daños a terceros.

Se examinarán las pequeñas obras de fábrica de los caminos de servicio por si fuera necesario

reforzar alguna para soportar el paso de los camiones-hormigonera.
Si hay canaletas de bajada del hormigón por taludes, se construirá un acceso escalona- do para que sirva de paso al personal que haya de montar, desmontar o realizar trabajos en la canaleta.

3.19 Hormigonado con bomba

Se cumplirán todas las normas generales de hormigonado.

Antes de comenzar el hormigonado, el interior de los tubos será lavado y limpiado convenientemente.

Antes de bombear el hormigón de la dosificación requerida se deberán enviar unas masas de dosificación débil que sirvan de "engrase de la tubería".

Si la bomba es móvil se observará el espacio aéreo de la tubería por si existe interferencia con líneas eléctricas.

Se reducirá al mínimo el número de codos en la tubería y se utilizarán codos de gran radio.

Caso de producirse un atasco se ha de eliminar la presión de aire, si se ha utilizado aire comprimido para suprimir el atasco, antes de proceder al desmontaje de la tubería.

Todos los tramos de la tubería, se fijarán, reforzando esta fijación en los codos.

El montaje y desmontaje de la tubería del hormigonado se realizará con las máximas precauciones y las operaciones serán dirigidas por un mando intermedio.

Cuando se tenga que utilizar la "pelota de limpieza" se colocará un dispositivo a modo de bozal que impida que aquélla salga proyectada, de forma incontrolada.

Junto a las rampas de subida de la tubería, se colocará una pasarela provista de barandilla y rodapié que sirva de paso al personal que haya de montar o desmontar la tubería o para casos de taponamiento.

Periódicamente se revisarán los conductos de aceite a presión de la bomba de hormi- gonado.

Con objeto de evitar atascos no se pasará de la granulometría recomendada por el fabricante.

Para el hormigonado y vibrado del hormigón se montará un andamio corrido a lo largo de toda la zona siempre que no se pueda actuar con seguridad desde otro sitio.

Al andamio se le dotará de piso de trabajo de 60 cm de ancho, barandilla y rodapié.

Se llevará vigilancia del encofrado y de los apuntalamientos, reforzándolos cuando sea necesario.

3.20 Manejo de canaletas de hormigón

La operación de prolongar y acortar (poner y quitar) canaletas será ejecutada por una persona entrenada en su manejo. La persona más preparada es el conductor del camión hormigonera, siendo él quien debe realizar esta operación.

Antes de abatir la pivotante (1er canal) se pondrán a una altura que permita su manejo por el

operario, debiendo estar este canal dotado de un dispositivo de agarre y/o enganche.

Durante la operación de quitar y poner canaletas no habrá persona alguna en el radio de estas canaletas.

En todos los casos posibles las canaletas estarán dotadas de unos sistemas de agarre.

Todos los sistemas de enganche estarán en buenas condiciones, sin excesivos desgastes ni holguras, y las canaletas en buen estado, sin rebabas ni elementos cortantes.

Se usarán guantes para el manejo de las canaletas. No se circulará con las canaletas colocadas.

3.21 Encofrados

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán resistencia y rigidez suficientes para soportar sin asientos ni deformaciones perjudiciales las cargas, sobrecargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellas como consecuencia del proceso de hormigonado y vibrado de hormigón.

Al realizar el encofrado, se pensará también en la operación inversa, efectuándose de tal forma que la posterior retirada de los elementos utilizados sea lo menos peligrosa y complicada posible.

No se procederá a desencofrar hasta tanto no hayan transcurrido los días para el perfecto fraguado y consolidación del hormigón establecidos por las Normas Oficiales en vigor.

El apilado de la madera y encofrado en los tajos cumplirá las condiciones de base amplia y estable, no sobrepasar de 2 m de altura, el lugar de apilado soportará la carga apilada, el acopio se hará por pilas entrecruzadas. Si la madera es usada estará limpia de clavos.

Las herramientas manuales: martillos, tenazas, barra de uñas, estarán en buenas condiciones.

Las operaciones de desencofrado serán realizadas por los mismos operarios que hicieron el encofrado.

Si los elementos de encofrado se acopian en lotes para ser posteriormente trasladados por la grúa, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Sólo sobresaldrán del forjado un máximo de un tercio de su longitud.
- Cada lote se apoyará en un tablón, situado en el extremo del forjado.

Los encofrados metálicos se pondrán a tierra si existe el peligro de que entren en contacto con algún punto de la instalación eléctrica de la obra.

Se recordará a los encofradores que la operación de desencofrado no está concluida hasta que el encofrado está totalmente limpio de hormigón, puntas, latiguillos, etc., y debidamente apilado en el lugar designado.

Los encofradores llevarán las herramientas en una bolsa, pendiente del cinturón. Bajo

ningún concepto arrojarán herramientas o materiales desde la altura.

Los operarios utilizarán botas con puntera reforzada. Todos

utilizarán plantillas anticlavos.

Se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- La sierra sólo la utilizarán los oficiales.
- Antes de cortar madera se quitarán las puntas, observándose la existencia de nudos.

Cuando los puntales tengan 5 m ó más de altura, se asegurarán contra el pandeo arriostrándolos horizontalmente.

Siempre que fuere preciso se emplearán andamios o plataformas de trabajo de 60 cm de ancho.

Si la plataforma es de madera será bien sana, sin nudos saltadizos, ni otros defectos que puedan producir roturas.

Estas plataformas tendrán sus respectivas barandillas a noventa centímetros (90 cm) sobre el nivel de la misma y su rodapié de veinte centímetros (20 cm).

Encofrado en muros

El responsable del tajo procurará por todos los medios que sus hombres estén protegidos por medios de protección colectivos; cuando esto no fuese posible, los obligará al empleo de cinturón de seguridad o poleas de seguridad.

Velará constantemente por el estado de los andamios y plataformas de trabajo.

Vigilará la forma de elevación del encofrado, estado de cables y forma de embargar los materiales para izados.

Cercará las zonas de izado y no permitirá que nadie ande bajo las plataformas con posibilidad de caída de materiales.

Encofrado en pilares

Se reforzará especialmente el tercio inferior de los pilares, para evitar la posible rotura de encofrado por esta zona, debido a las mayores presiones ejercidas por el hormigón.

Se tendrá especial cuidado al encofrar los pilares de borde, sobre todo si se utilizan encofrados metálicos, debiendo disponer con la máxima atención las torres o plataformas.

El cinturón sólo debe usarse en trabajos cortos y puntuales.

Los tableros o paneles metálicos se retirarán, teniendo buen cuidado de que no caigan los demás componentes del encofrado del pilar.

Se dispondrán andamios de acompañamiento del encofrado dotados de barandillas rígidas a 0,90 m y rodapié de 0,20 m.

Encofrado de vigas

Los puntales sobre los que se apoyan los fondos de viga se colocarán teniendo en cuenta el peso que han de resistir y de forma que no puedan deslizar en sus apoyos.

Se tendrá especial cuidado al encofrar vigas perimetrales, utilizando cinturón de seguridad, usando el cinturón en los puntos excepcionales que no exista protección colectiva.

Para desencofrar se quitarán los costeros, dejando los fondos, que se apoyarán sobre los puntales de sostén.

A continuación, se irán quitando los puntales, de forma paulatina y simétricamente respecto del centro de la viga.

Encofrado de forjados y losas superiores

Está totalmente prohibido ejecutar cualquier tipo de trabajo fuera de estas plataformas de trabajo.

El contorno del forjado estará protegido con una barandilla rígida de 0,90 m y rodapié de 0,20 m.

Todos los huecos, caso de que existan, estarán cubiertos con mallazo o redes resistentes o protegidos por barandillas de 0,90 m y rodapié de 0,20 m.

Ferralla

Se dispondrá un lugar adecuado para el acopio, que no obstruya los lugares de paso y teniendo en cuenta su fácil traslado posterior al tajo.

Toda la maquinaria estará protegida con disyuntor diferencial de 30 mA y puesta a tierra.

Los enganches serán los adecuados para la elevación de la ferralla con la grúa a los diferentes puntos de colocación.

Las cargas de ferralla que se preparen para su elevación con grúa, estarán perfectamen- te empaquetadas y estrobadas, en evitación de posibles caídas de barras durante su transporte.

Se prohíbe terminantemente que el peso de las cargas llegue a alcanzar la carga máxima admitida por la grúa.

Si se ejecutan trabajos de soldadura o cualquier tipo de trabajo que pudiera hacer contactos eléctricos la ferralla se pondrá a "tierra".

Los andamios, plataformas de trabajos y zonas de paso estarán limpios de obstáculos en todo momento.

Se dispondrán de escaleras o accesos adecuados para subir a los puestos de trabajos y bajar de los mismos.

Elaboración de Ferralla

Se instruirá al personal en el correcto manejo de las máquinas y herramientas de ferrallado.

La distancia entre las máquinas será la suficiente para que no haya interferencia entre los trabajos de cada uno.

El personal no se situará en el radio de acción de la barra doblándose.

El personal no se situará frente a los extremos de las barras en los momentos en que se esté efectuando su corte.

Colocación de la Ferralla

Se colocarán pasarelas para que el personal camine por ellas cuando se trate de armaduras horizontales.

Está terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado en contacto o apoyados sobre las armaduras en previsión de electrocución.

Para la colocación de armaduras en altura se emplearán andamios o plataformas de trabajo cuya anchura mínima será de 0,60 m de ancho.

Estas plataformas o andamios tendrán sus respectivas barandillas a 90 cm sobre el nivel de las mismas y un rodapié de 20 cm que evite la caída de materiales.

El herramentaje manual estará en buenas condiciones, y se llevará fijo a la cintura.

Acopio de Ferralla

Se vigilarán las operaciones de carga y descarga, forma de embragar y estado de los cables.

Cuando los paquetes de barras, por su longitud y pequeño diámetro, no tengan rigidez, se emplearán balancines o algo similar con varios puntos de enganche.

El acopio se hará lejos de taludes y excavaciones.

Las barras acopiadas se colocarán entre piquetes clavados en el suelo para evitar desplazamientos laterales.

Se establecerán pasillos limpios para el movimiento de las personas.

Está absolutamente prohibido la descarga empleando latiguillos sencillos.

Ferralla en zapatas

Para subir o bajar, si fuera preciso, se emplearán las escaleras que además cumplirán las condiciones indicadas.

En las armaduras de ferralla no se colocarán focos para alumbrado que estén en contacto o apoyados sobre las armaduras, en previsión de electrocución.

El personal usará el correspondiente equipo de protección individual (guantes, casco, hombreras, etc.).

El responsable del tajo velará por el estado de las escaleras que fuera preciso emplea para el ascenso y descenso a las zapatas. También valará por el estado de las entibaciones.

Ferralla en muros

Cuando se vaya a efectuar su colocación, los andamios y plataformas cumplirán las condiciones antes indicadas.

Caso de ser un muro aislado, el andamio se establecerá a ambos lados de él. Se prohíbe todo trabajo

fuera de los andamios.

Si fuera preciso se emplearán redes, cuerdas o poleas.

Los operarios no subirán por la estructura de hierro, empleando las escaleras que además cumplirán también las condiciones anteriormente expuestas.

En las armaduras de ferralla no se colocarán focos para alumbrado.

El responsable del tajo procurará por todos los medios que sus hombres estén protegidos por los medios de protección colectivos; cuando este no fuere posible les obligará al empleo del cinturón de seguridad o poleas de seguridad.

Velará constantemente por el estado de los andamios y plataformas de trabajo.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas se haga según las normas de seguridad citadas.

Vigilará la forma de elevación del material ferrallado y los paquetes de barras y el estado de los balancines cables y ganchos.

Obligará al personal a sus órdenes a que use el correspondiente equipo de protección individual (guantes, casco, hombreras, etc.) así como las protecciones para la soldadura.

4 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, cuando en la ejecución de la obra intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el contratista y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

5 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

5.1 Servicio Técnico de Prevención

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y de una brigada para mantenimiento, reposición y limpieza de instalaciones en régimen compartido.

La principal misión del Técnico de Seguridad será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y la de asesoramiento y seguimiento de la obra en materia de Seguridad y Salud. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron y evitar su repetición.

5.2 Servicio médico

La Empresa Constructora dispondrá de un servicio médico de Empresa propio o mancomunado.

5.3 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias para el seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra y estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras está obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

6 COMITE DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando el número de trabajadores sea de 50 o más se constituirá un Comité de Seguridad y Salud. El Comité de Seguridad y Salud se reunirá al menos trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones del mismo.

Las obligaciones y normas de actuación del Comité son las que se señalen en la Ley 31/95, en su artículo 39, en la Ordenanza Laboral de la Construcción, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

7 INSTALACIONES MÉDICAS

Será obligatoria la existencia de un botiquín de tajo para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado.

El material sanitario consumido se repondrá inmediatamente.

8 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

Teniendo en cuenta la duración de la obra y el número de operarios previstos, las necesidades se cubrirán mediante la construcción de las siguientes instalaciones:

8.1 Vestuarios

La superficie mínima de los mismos será de 2,00 m^2, por cada trabajador que haya de utilizarlos y la altura del techo será de 2,30 metros.

Estarán provistos de asientos y de armarios o taquilla individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

A los trabajadores que realicen trabajos marcadamente sucios se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.

Se mantendrá cuidadosamente limpio y será barrido y regado diariamente con agua y zotal. Una vez por semana, preferiblemente el sábado, se dedicará a la limpieza general.

8.2 Servicios

Se dispondrá de un recinto junto a los vestuarios.

Dispondrá de un lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 empleados o fracción de esta cifra y de espejos de dimensiones adecuadas.

Existirán retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico, en número de 1 por cada 25 trabajadores.

Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior, se podrá suprimir el techo de cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas y cuartos-vestuarios.

Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1,00 metros por 1,20 de superficie, y 2,30 metros de altura.

Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

Se cuidará que las aguas residuales se alejen de las fuentes de suministro del agua de consumo.

Se limpiarán diariamente con una solución de zotal, y semanalmente con agua fuerte o similares para evitar la acumulación de sarros.

Se dispondrá una ducha de agua fría y caliente para cada 10 trabajadores.

Estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales con puertas dotadas de cierre interior.

Estarán perfectamente situadas en los cuartos vestuarios y de aseo. Se instalarán colgaduras para la ropa mientras los trabajadores se duchan.

En los trabajos sucios o tóxicos se facilitarán los medios de limpieza y asepsia necesarios.

Fosa Séptica

Para la depuración de las aguas residuales generadas por el personal que trabaja en la obra se opta por la instalación de una fosa séptica prefabricada, que se colocará en la zona de aseos.

La fosa cumplirá las siguientes especificaciones:

- Ha de disponer de un tabique intermedio que la divida en dos compartimentos. El primer compartimento, donde llega el agua residual, tendrá un volumen igual a los 2/3 del volumen total de la fosa. El tabique tendrá aberturas para comunicación de los dos compartimentos, situadas entre 2/3 y 3/5 de la altura útil de la fosa.
- La entrada a la fosa de se realizará mediante un codo orientado hacia el fondo y con el extremo sumergido unos 0,30 m, para evitar la salida de gases.
- La salida de la fosa estará protegida mediante una pantalla deflectora que evite la salida de flotantes.
- Constará de dos tapas para dar acceso a las dos cámaras de la fosa y poder realizar con comodidad el vaciado.
- La altura útil de agua habrá de ser, como mínimo, de 1 m. Habrá de preverse también una zona para flotantes de al menos 0,25 m y una zona libre de agua de al menos 0,25 m en la parte superior de la fosa.
- A la salida de la fosa séptica de dispondrá una arqueta de registro que permitirá comprobar el funcionamiento de instalación
- El mantenimiento requerido por la fosa séptica se centrará únicamente en una inspección periódica de la arqueta de salida del afluente, para comprobar su correcto funcionamiento.

8.3 Comedores

Los comedores estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo, pero separados de otros locales, y de focos insalubres o molestos.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas, lavavajillas, calienta comidas y calefacción.

Dispondrán de agua potable para la limpieza de utensilios y vajillas, así como para la condimentación de comidas.

Para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basura que se generen durante la comida se dispondrá de recipientes con tapa.

9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Antes del comienzo de las obras, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan de incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que

no podrán implicar disminución de los niveles de protección, ni del importe total previstos en el presente Estudio.

Palma de Mallorca, octubre 2025

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD								
	SUBCAPÍTULO SS SEGURIDAD Y SALUD								
	APARTADO D2801 INSTALACIONES PARA EL PERSONAL								
D2801.0180	**mes Caseta prefabricada para oficina de obra**								
	Caseta prefabricada para oficina dotada con mesa y sillas, incluso preparación del terreno cimentación de asiento y servicios.								
	Total cantidades alzadas						10,000		
							10,000	584,05	5.840,50
D2801.0210	**u Limpieza y conservación**								
	Limpieza y desinfección de instalaciones, considerando una limpieza por cada semana								
	Total cantidades alzadas						44,000		
							44,000	191,14	8.410,16
D2801.0260	**mes Alquiler WC quimico**								
	Mes de alquiler de aseo portátil de polietileno, de 1,20x1,20x2,35 m, color gris, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior. El precio incluye la limpieza y el mantenimiento del aseo durante el periodo de alquiler.								
	Total cantidades alzadas						10,000		
							10,000	265,48	2.654,80
D2801.0220	**u Reconocimiento obligatorio**								
	Reconocimiento médico obligatorio.								
	Total cantidades alzadas						30,000		
							30,000	22,34	670,20
D2801.0230	**u Botiquín y reposiciones**								
	Botiquin completo e instalado, incluyendo hasta tres reposiciones de material sanitario.								
	Total cantidades alzadas						8,000		
							8,000	240,63	1.925,04
D2801.0240	**u Comedores**								
	Suministro, montaje, alquiler, mantenimiento y desmontaje de módulo prefabricado destinado a comedor de personal, equipado con mesas, sillas, fregadero, punto de agua, iluminación, ventilación, extintor, señalización y limpieza semanal. Incluye conexiones provisionales de agua y eléctrica, y retirada final.								
	Total cantidades alzadas						20,000		
							20,000	637,14	12.742,80
D2801.0250	**u Vestuario prefabricado para personal de obra**								
	Suministro, montaje, alquiler, mantenimiento y desmontaje de módulo prefabricado destinado a vestuario de personal de obra, equipado con bancos, taquillas individuales, ventilación, iluminación y punto de agua. Incluye limpieza semanal, reposición de consumibles, conexión a instalaciones provisionales de electricidad y agua, y retirada final.								
	Total cantidades alzadas						10,000		
							10,000	424,76	4.247,60
	TOTAL APARTADO D2801 INSTALACIONES PARA EL								**36.491,10**

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO D2802 PROTECCIONES PERSONALES								
D2802.0150	**Amortiguador ruido uso casco**	u							
	Amortiguador de ruido para uso exclusivo con casco								
	Total cantidades alzadas						35,000		
							35,000	36,95	1.293,25
D2802.0170	**Casco homologado**	u							
	Casco homologado								
	Total cantidades alzadas						35,000		
							35,000	8,28	289,80
D2802.0235	**Par de guantes**	u							
	Banda bicolor rojo/blanco.								
	Total cantidades alzadas						66,000		
							66,000	3,24	213,84
D2802.0250	**Calzado de seguridad**	u							
	Par de botas de seguridad impermeables de lona, puntera reforzada de acero .								
	Total cantidades alzadas						33,000		
							33,000	25,22	832,26
D2802.0300	**Cinturón portaherramientas**	u							
	Cinturón portaherramientas, homologado CE.								
	Total cantidades alzadas						33,000		
							33,000	24,64	813,12
D2802.0310	**Chaleco reflectante**	u							
	Chaleco reflectante								
	Total cantidades alzadas						50,000		
							50,000	6,14	307,00
D2802.0320	**Gafas antipolvo**	u							
	Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.								
	Total cantidades alzadas						35,000		
							35,000	2,81	98,35
D2803.0330	**Mascarilla antipolvo**	u							
	Mascarilla antipolvo, homologada.								
	Total cantidades alzadas						35,000		
							35,000	3,16	110,60
D2803.0340	**Ropa de abrigo para trabajos en exteriores con bajas temperatura**	u							
	Suministro y dotación de ropa de abrigo para el personal de obra destinado a trabajos en exteriores con bajas temperaturas. Incluye chaqueta térmica impermeable y transpirable, pantalón aislante, forro polar interior y prendas térmicas de protección.								
	Total cantidades alzadas						33,000		
							33,000	122,12	4.029,96
D2803.0350	**Guantes dieléctricos**	u							
	Suministro de guantes dieléctricos para protección frente a riesgos eléctricos en operaciones de montaje y conexión de instalaciones fotovoltaicas. Los guantes serán de caucho natural o material sintético aislante, clase 0 (hasta 1.000 V en corriente alterna), con forro interior, puño prolongado y marcado CE.								
	Total cantidades alzadas						35,000		

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							35,000	47,79	1.672,65

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D2803.0360	**u Arnés anticaídas**								
	Suministro de arnés anticaídas completo con doble cabo de anclaje, absorbedor de energía y línea de vida temporal de cinta o cable. Incluye ganchos automáticos de acero galvanizado, bolsa de transporte, revisión previa a su uso y mantenimiento durante la obra. El conjunto se empleará en los trabajos en altura del montaje de marquesinas, estructuras metálicas o cubiertas del edificio.								
	Total cantidades alzadas						25,000		
							25,000	196,45	4.911,25
MFFP	**u Mascarilla FFP2 antiprticulas**								
	Total cantidades alzadas						50,000		
							50,000	3,16	158,00
	TOTAL APARTADO D2802 PROTECCIONES PERSONALES								**14.730,08**
	APARTADO D2803 PROTECCIONES COLECTIVAS								
D2803.0071	**m Pasarela y barandilla**								
	Pasarela metálica con barandilla a ambos lados para pasos de zanjas formando una única pieza trasladable, dimensiones homologadas.								
	Total cantidades alzadas						100,000		
							100,000	167,83	16.783,00
D2803.0130	**m Valla metálica**								
	Valla metálica normalizada de 2,50x1,10 mts.								
	Total cantidades alzadas						1.000,000		
							1.000,000	2,46	2.460,00
D2803.0160	**u Extintor manual CO2 de 5 kg**								
	Extintor manual de CO2 de 5 kg.								
	Total cantidades alzadas						7,000		
							7,000	61,06	427,42
D2803.0170	**u Extintor manual ABCD de 9 kg**								
	Extintor manual abce de 9 kg.								
	Total cantidades alzadas						7,000		
							7,000	45,08	315,56
D2803.0210	**u Tapa provisional para arqueta**								
	Tapa provisional para arquetas, huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cm armados mediante clavazón, incluso colocación (amortización en dos puestas).								
	Total cantidades alzadas						20,000		
							20,000	11,80	236,00
D2502.0290_01	**m³ Relleno con zahorra**								
	Relleno con zahorra artificial de zonas de obra puntualmente para permitir accesos								
	Total cantidades alzadas						100,000		
							100,000	20,60	2.060,00
VPA	**m Valla peatonal amarilla de obra**								
	Valla amarilla de obra para limitar el acceso								
	Total cantidades alzadas						200,000		
							200,000	58,54	11.708,00

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	TOTAL APARTADO D2803 PROTECCIONES COLECTIVAS .								**33.989,98**

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO D2804 SEÑALIZACIONES								
D2804.0010	**SEÑAL DE PELIGRO TIPO "A" 0,90 m**	**u**							
	Señal preceptiva tipo "B" de 0,90 cm. segun tipologia m.o.p.u.								
	Total cantidades alzadas						12,000		
							12,000	13,72	164,64
D2804.0020	**SEÑAL PRECEPTIVA TIPO "B" 0,90 m**	**u**							
	Señal de peligro tipo "A" de 0,90 cm. segun tipologia m.o.p.u.								
	Total cantidades alzadas						7,000		
							7,000	15,61	109,27
D2804.0030	**PANEL DIRECCIONAL PROVISIONAL**	**u**							
	Par de botas impermeables de lona para protección en impacto de dedos.								
	Total cantidades alzadas						7,000		
							7,000	23,90	167,30
D2804.0111	**SEÑAL INFORMATIVA**	**u**							
	Señal de información (serie r) rectangular, colocada.								
	Total cantidades alzadas						10,000		
							10,000	383,12	3.831,20
D2804.0120	**CONO PARA BALIZAMIENTO REFLECTANTE**	**u**							
	Cono para balizamiento reflectante de 50 cm segun tipologia MOPU.								
	Total cantidades alzadas						40,000		
							40,000	3,14	125,60
D2804.0130	**LÁMPARA INTERMITENTE CON CÉLULA**	**u**							
	Lámpara intermitente con célula fotoeléctrica, segun especificaciones y médulos del MOPU.								
	Total cantidades alzadas						15,000		
							15,000	6,53	97,95
D2804.0150	**BANDA BICOLOR ROJO/BLANCO**	**m**							
	Banda bicolor rojo-blanco para señalización, totalmente colocada.								
	Total cantidades alzadas						500,000		
							500,000	0,37	185,00
D2804.0160	**SEÑAL INFORMATIVA NORMALIZADA 0,30x0,30 m**	**u**							
	Señal informativa normalizada 0,30x0,30 m								
	Total cantidades alzadas						5,000		
							5,000	8,85	44,25
SÑ.INFO	**SEÑAL INFORMATIVA DE DESVÍO**	**m2**							
	Total cantidades alzadas						20,000		
							20,000	158,01	3.160,20
	TOTAL APARTADO D2804 SEÑALIZACIONES								**7.885,41**

ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO D2805 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO								
D2805.0090	**u CONTENEDOR DE BASURA 130 L**								
	Contenedor de basura de 130 l.								
	Total cantidades alzadas						5,000		
							5,000	44,65	223,25
D2805.0100	**u SILLA**								
	Silla con apoyabrazos y respaldo.								
	Total cantidades alzadas						30,000		
							30,000	41,79	1.253,70
D2805.0130	**u MESA**								
	Mesa auxiliar de desarrollo a lo largo de toda la caseta según planos de proyecto.								
	Total cantidades alzadas						8,000		
							8,000	637,14	5.097,12
	TOTAL APARTADO D2805 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO								**6.574,07**
	APARTADO D2806 PROTECCION INSTALACIÓN ELÉCTRICA								
D1901.0071	**u CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN (5000 W)**								
	Cuadro general de protección provisional (5000 w)								
	Total cantidades alzadas						1,000		
							1,000	247,07	247,07
D2806.0020	**u VERIFICADOR AUSENCIA TENSIÓN**								
	Total cantidades alzadas						1,000		
							1,000	275,56	275,56
D2806.0030	**u DISPOSITIVO PUESTA A TIERRA Y CORTOCIRCUITO**								
	Total cantidades alzadas						1,000		
							1,000	398,48	398,48
	TOTAL APARTADO D2806 PROTECCION INSTALACIÓN.....								**921,11**
	TOTAL SUBCAPÍTULO SS SEGURIDAD Y SALUD								**100.591,75**
	TOTAL CAPÍTULO 1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....								**100.591,75**
	TOTAL (Incl. costes indirectos).....								**106.626,46**

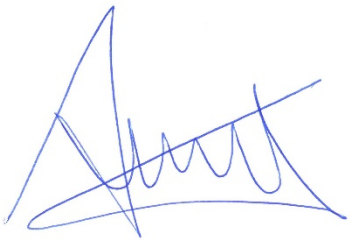
ANEJO 22. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

Málaga, diciembre de 2025.

AUTORES DE PROYECTO





Antonio Martínez Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 34.513

Almudena Pérez Benítez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 20.389

DIRECTORES DE PROYECTO





Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº 20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

ANEJO Nº23. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO 3

2 AGENTES INTERVINIENTES 4

2.1 Descripción de la obra y situación 4

2.2 Identificación 4

2.3 Poseedor de residuos (constructor) 4

2.4 Gestor de residuos 4

2.5 Obligaciones 5

3 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE 9

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA 11

5 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA 15

6 MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 17

7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN Y RECOGIDA SELECTIVA 19

8 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, ALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 21

8.1 Valorización 22

8.2 Eliminación 22

9 PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 23

10 . VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS 25

10.1 Elaboración del plan de gestión de RCD 26

10.2 Responsable de la gestión de RCD 26

10.3 Documentación de la gestión de los RCD 27

10.4 Almacenamiento, entrega y destino de los RCD 28

10.5 Control de subcontratistas 28

10.6 Formación medioambiental 29

10.7 Planos 29

11 . PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES 30

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente anejo es definir la gestión de residuos producidos durante la ejecución de la obra.

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2 AGENTES INTERVINIENTES

2.1 Descripción de la obra y situación

Las obras del presente proyecto están comprendidas íntegramente en el Término municipal de Petra Concretamente, la actuación se desarrollará en la estación de Petra. Las obras consisten en la reurbanización de la misma por lo que se deben demoler los pavimentos actuales y se retiran redes de servicios existentes.

2.2 Identificación

2.2.1 Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos el Ayuntamiento de Sant Antoni de Portmany.

2.3 Poseedor de residuos (constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.4 Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los

mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

2.5 Obligaciones

2.5.1 Productor de residuos (promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea.
- Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como

prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

2.5.2 Poseedor de residuos (constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la “Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.5.3 Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron

destinados los residuos.

- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

GESTIÓN DE RESIDUOS

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 27 de marzo de 2010

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados.

Plan estatal marco de gestión de residuos 2016-2022

Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron

Medidas para la selección y vertido de los residuos de la construcción y demolición

Decreto 10/2000, de 4 de febrero, de la Consejería de Medio Ambiente de las Islas Baleares. B.O.C.A.I.B.: 7 de febrero de 2000

Medidas transitorias para la autorización de instalaciones de valorización y eliminación de residuos de la construcción y demolición

Orden de 28 de febrero de 2000, de la Consejería de Medio Ambiente de las Islas Baleares. B.O.C.A.I.B.: 7 de marzo de 2000

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Decisión 2014/955/UE de la Comisión europea. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

A.1.: RCDs Nivel 1

	1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN	
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distito del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétrea

	1. Asfalto	
x	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2. Madera	
x	17 02 01	Madera

	3. Materiales	
x	17 04 01	Cobre, bronce, latón
x	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
x	17 04 05	Hierro y acero
	17 04 06	Estaño
x	17 04 06	Metales mezclados
x	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
x	20 01 01	Papel
	5.Plástico	
x	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
x	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétrea

	1. Arena, Grava y otros áridos	
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

	2. Hormigón	
x	17 01 01	Hormigón

	3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
x	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos

x	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.

	4. Piedra	
x	17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

	1. Basuras	
x	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

	2. Potencialmente peligrosos y otros	
x	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP´s)
x	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sutancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP´s
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP´s
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contiene mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB´s
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP´s
x	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen Sp´s
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balasto de vías ferreas que contienen sustancias peligrosas
x	15 02 02	Absorventes contaminados (trapos…)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor…)
	16 01 07	Filtros de aceite

	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
x	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
x	07 07 01	Sobrantes de desenconfrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RCDs mezclados distintos de códigos 17 09 01, 02 y 03

Tabla 1 Clasificación RCD generados

5 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, teniendo en cuenta los aprovechamientos de material previstos en proyecto. Se aprovecharán para su reutilización en torno al 10% del volumen de material excavado.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

A.1.: RCDs Nivel I				
		t	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad	m^3 Volumen de residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		5350,5	2	2675,25

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	t	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% de peso (según proyecto)	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1.5 y 0.5)	m^3 Volumen de residuos
RCD: Naturaleza no pétrea				
2. Madera	5%	9,7	0,60	16,1
4. Papel	1%	1,9	0,90	2,1
5. Plástico	1%	1,9	0,90	2,1
6. Vidrio	1%	1,9	1,50	1,3
7. Yeso	0%	0,0	1,20	0,0
TOTAL estimación	8%	**15,4**		**21,7**
RCD: Naturaleza pétrea				
1. Arena, grava y otros áridos	8%	15,4	1,50	10,3
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	1%	1,9	1,50	1,3
4. Piedra	20%	38,6	1,50	25,7
TOTAL estimación	29%	**56,0**		**37,3**
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,2%	0,4	0,9	0,4
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,0%	0,0	0	0,0
TOTAL estimación	0,2%	**0,4**		**0,4**

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	t	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% de peso (según proyecto)	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad	m^3 Volumen de residuos
RCD: Naturaleza no pétrea				
1. Asfalto		1085,37	2,20	493,4
3. Metales	5,0%	1,35		
TOTAL estimación		**1086,7**		**493,4**
RCD: Naturaleza pétrea				
2. Hormigón		556,92	2,40	232,05
% restos	0,5%	2,78	2,40	1,16
TOTAL estimación		**559,70**		**232,05**

6 MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos, hasta la profundidad indicada en el mismo con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétrea (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Los suministradores prioritarios serán aquellos que posean certificación en EMAS o ISO14001.

De esta manera se minimizará el impacto ambiental de todo el ciclo productivo.

- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de esta.

7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN Y RECOGIDA SELECTIVA

Las medidas contempladas deberán ser concretadas por el contratista adjudicatario en su Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

El personal de obra deberá estar informado de la sistemática de recogida selectiva de residuos depositándolos en la zona principal o temporales.

Las zonas temporales serán objeto de recogida periódica, según las necesidades, y los residuos transportados a la zona principal de almacenamiento donde serán retirados por los gestores transportistas autorizados.

El contratista estará obligado a:

- La recogida de los residuos de forma diferenciada por materiales según la Lista Europea de Residuos (LER).
- La designación de una zona principal de almacenamiento de residuos con contenedores (Punto Limpio).
- La designación de zonas temporales con contenedores de menor tamaño cercanas a los tajos de obra.
- La designación de zonas de acopio para los residuos de gran volumen tales como residuos de excavación (tierras) y residuos de demolición (mezclas bituminosas y hormigones).
- El diseño de un plan de recogida in situ de los residuos diferenciados que incluya medios materiales y humanos para su ejecución.
- La concienciación y formación en separación y gestión de residuos a todo el personal de obra incluyendo a los subcontratistas.
- La instalación de paneles informando sobre la separación y selectiva de residuos y las zonas de recogida.

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.

- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	556,92	80	OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,93	40	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	1,35	2	NO OBLIGATORIA
Madera	9,65	1	OBLIGATORIA
Vidrio	1,93	1	OBLIGATORIA
Plástico	1,93	0,5	OBLIGATORIA
Papel y cartón	1,93	0,5	OBLIGATORIA

Tabla 2 Obligatoriedad de separación in situ

8 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, ALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, o norma que la sustituya., y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

8.1 Valorización

Las operaciones de valorización son aquellas en las que el residuo sirve para una función sustituyendo a otros materiales no residuos o en las que el residuo es preparado para ser utilizado como materia prima en otros procesos o en la economía en general.

Se consideran, en cualquier caso, operaciones de valorización las establecidas en Anexo II de la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados.

Algunas de las empresas gestores autorizados en la isla de Mallorca son:

NOMBRE	DIRECCIÓN	TELÉFONO
MACINSULAR	Ctra. s`Aranjassa - Llucmajor Km 17.6 Llucmajor - 07199	971 12 70 02
ADALMO	Josep Antoni de Cabanyes, 24 07011 Palma (Mallorca)	971 254 138
Cantera CAN CASETES	Ma-19A, 07199 S'Aranjassa, Illes Balears	971 74 27 48

8.2 Eliminación

Las operaciones de eliminación son aquellas que retiran los residuos de forma permanente del ciclo de los materiales, aunque fruto de ellas pueda aprovecharse una parte del residuo.

Los residuos de fibrocemento con amianto serán destinados a operaciones de eliminación.

Las operaciones de eliminación, en su caso, deberán ser realizadas por gestores autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

9 PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.

10. VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El presupuesto total de ejecución material de la gestión de residuos asciende a la cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (94.250,54 €), tal y como se extrae del capítulo de Gestión de residuos del presupuesto general de proyecto.

A. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs			
Tipología RCDs	Estimación	Precio gestión	Importe
A1 RCDs Nivel I	t	€/t	€
Tierras y pétreos de la excavación	2675,25	5	13376,25
A2 RCDs Nivel II	t	€/t	€
RCDs naturaleza pétrea	615,67	43,85	26.997,33
RCDs naturaleza no pétrea	1102,16	43,85	48.329,72
RCDs potencialmente peligrosos	0,39	550,00	212,30
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN DE RCDS (Sin incluir costes indirectos)			**88.915,60**
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN DE RCDS (incluido costes indirectos)			**94.250,54**

10.1 Elaboración del plan de gestión de RCD

Tal como refleja el artículo 5.1 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD), el contratista adjudicatario de la obra está obligado, antes del inicio de las obras, a presentar a la Dirección de Obra del promotor, el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (en adelante el Plan).

El Plan deberá concretar en detalle cómo se llevarán a cabo sus obligaciones en relación con los RCD así como las directrices y medidas contempladas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición del proyecto constructivo.

Este Plan una vez aprobado por la Dirección de Obra pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Se reflejan a continuación las directrices para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición:

- Definición del Responsable de la gestión de RCD (Organigrama, recursos humanos y materiales).
- Documentación de la gestión de los RCD (Copia de las autorizaciones de los gestores - transportistas, valorizadores y/o eliminadores- emitidas por los organismos competentes en materia de medio ambiente de las Comunidades Autónomas).
- Definición del formato de Libro-Registro de la Gestión de RCD y su contenido.
- Definición de la sistemática de control de subcontratistas.
- Definición del plan de formación medioambiental.
- Definición de la sistemática de recogida-clasificación selectiva y almacenamiento de RCD.
- Definición de los planos.

10.2 Responsable de la gestión de RCD

El contratista deberá designar un Responsable de la Gestión de RCD que será el encargado de la aplicación y puesta en marcha del Plan de Gestión de RCD así como de proporcionar la información y documentación que estime necesaria la Dirección de Obra en relación con el cumplimiento de las obligaciones de gestión de residuos.

Se deberá adjuntar al Plan:

- Documento que acredite el nombramiento del Responsable de la gestión de los RCD firmado por el Jefe de obra.

- Organigrama o definición de otras personas que tengan responsabilidades en la gestión de RCD.
- Listado de herramientas, equipos o maquinaria destinada a la recogida, clasificación y almacenamiento de RCD.

10.3 Documentación de la gestión de los RCD

Tal como se recoge en el artículo 5.7 del Real Decreto 105/2008 el poseedor de los RCD, en este caso el contratista adjudicatario de la obra, estará obligado a entregar al productor de los RCD, en este caso el promotor y en particular al Director de Obra, los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los RCD.

El Responsable de la Gestión de los RCD llevará al día un Libro-Registro de la Gestión de RCD que será presentado, al menos, mensualmente al Director de Obra.

En el Libro-Registro se indicarán y/o recogerá, al menos, la siguiente información en formato tabla:

- Identificación del residuo (Código de la LER -Lista Europea de Residuos).
- Fecha de la retirada.
- Cantidad (toneladas y/o m³).
- Identificación del gestor transportista (matrícula del vehículo y código de su autorización).
- Identificación del gestor de tratamiento -valorizador/eliminador- (código de su autorización).
- Operación de gestión a la que se ha destinado el residuo (valorización o eliminación) según el Anejo 1 de la Orden MAM 304/2002.
- Operaciones de reutilización o valorización in situ.
- Referencia de los documentos de retirada-gestión (justificantes de entrega).
- Coste de la gestión del residuo.

Asimismo, formarán parte del Libro-Registro de RCD los siguientes documentos:

- Copia de las autorizaciones de los gestores (transportistas, valorizadores y/o eliminadores) emitidas por los organismos competentes en materia de medio ambiente de las Comunidades Autónomas.
- Documentos de aceptación de los residuos por parte de los gestores de tratamiento (valorización o eliminación).
- Justificantes de entrega de los residuos a los gestores de recogida, almacenamiento transporte o transferencia.
- Documentos de control y seguimiento de los RCD (en el caso de los residuos peligrosos).

- Documentos acreditativos de la reutilización de materiales.
- Registros derivados del control de subcontratistas.
- Registros de formación.
- Inscripción en el Registro de actividades de valorización de residuos no peligrosos de construcción y demolición en la propia obra en la que se han producido.

10.4 Almacenamiento, entrega y destino de los RCD

Tal como establece el artículo 5.2 del Real Decreto 105/2008 el contratista poseedor de RCD:

- deberá mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.
- destinará los residuos de construcción y demolición preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

En este sentido, el contratista deberá atender al artículo 11 del Real Decreto 105/2008 en el que se recoge que “se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo. Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1 ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente.”

Se considera “Tratamiento previo” lo establecido en el artículo 2.g) del Real Decreto 105/2008 “Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.”

10.5 Control de subcontratistas

El contratista adjudicatario deberá asegurarse que los subcontratistas aceptan, conocen y cumplen el Plan de Gestión de RCD.

Se deberán conservar los documentos firmados por los subcontratistas que han recibido la información en el Libro-Registro de la Gestión de RCD así como un listado con los subcontratistas identificando su actividad y periodo de trabajo.

Se deberá adjuntar al Plan, un Modelo de documento para acreditar la información suministrada al subcontratista.

10.6 Formación medioambiental

El contratista deberá asegurarse que todo el personal de la obra conoce sus responsabilidades para el cumplimiento del Plan de Gestión de RCD.

Asimismo, deberá elaborar y distribuir a todo el personal de obra, incluidos los subcontratistas, documentación formativa en la que se recojan las principales directrices del Plan de Gestión de RCD.

Dicha documentación formativa deberá contener al menos:

- Las actividades de obra susceptibles de generar RCD.
- Identificación de los RCD que se generarán en la obra.
- Directrices para la clasificación y recogida selectiva de los residuos.
- Ubicación de las zonas recogida, clasificación, acopio y almacenamiento de residuos.
- Identificación y modo de contacto con el Responsable de la Gestión de RCD.
- Cartelería informativa asociada a la gestión de RCD. Se adjuntará al Plan:
- Modelo para el registro de los trabajadores que han recibido la formación medioambiental relativa a la gestión de los RCD.
- Contenido de los cursos de formación de gestión de RCD.

10.7 Planos

El Plan deberá contener, en su caso, los siguientes planos de instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y gestión de RCD:

- Localización de contenedores (tipo y tamaño)
- Localización de zonas de acopio de residuos
- Localización de zonas de materiales reutilizables
- Localización de zonas excluidas para almacenamiento de residuos
- Localización de planta machacadora o compactadora
- Localización de zonas de mantenimiento de equipos y maquinaria
- Flujograma de residuos en obra

11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

ARTÍCULO 805.- GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

805.1 Definición y alcance

Clasificación y recogida selectiva de residuos

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida selectiva, clasificación y depósito, de los residuos, en las zonas designadas al objeto, con el fin de que sean retirados por gestor de residuos autorizado o sean reutilizados.

Los residuos estarán clasificados en contenedores o zonas de acopio designadas en las distintas categorías según la Lista Europea de Residuos y en particular según lo indicado en el Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición del proyecto.

Gestión de residuos

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de construcción y demolición de carácter pétreo excepto tierras y piedras constituidos por hormigón, tejas y materiales cerámicos (o mezcla de éstos), yeso y/o mezclas bituminosas, de carácter no pétreo constituidos por cartón-papel, madera, vidrio, plásticos y metales incluidos envases y embalajes de estos materiales y de carácter peligroso constituidos por envases contaminados hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma dónde se ejecuta la obra. Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

805.2.- Condiciones del proceso de ejecución

805.2.1.ALMACENAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes, de tal modo que se facilite su posterior reciclaje o valorización. Asimismo, se preverá un número suficiente de contenedores y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositar los residuos.

El depósito temporal de los RCDs generados se podrá efectuar de las formas siguientes, salvo que los Servicios Municipales determinen condiciones específicas:

- Mediante el empleo de sacos industriales, elementos de contención o recipientes flexibles, reciclables, con una capacidad inferior o igual a 1 metro cúbico.

- En contenedores metálicos específicos, ubicados de acuerdo con las ordenanzas municipales.
- Acopiados en la zona de obras, en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de los residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. De forma general, los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

Los contenedores, sacos, depósitos y todos los demás recipientes de almacenamiento y transporte de los distintos residuos deben estar debidamente etiquetados, con el fin de que los que trabajan con ellos y, de forma genérica, todo el personal de la obra pueda identificarlos.

Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y las características de los residuos. Estas etiquetas tendrán un tamaño adecuado y estarán convenientemente dispuestas, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, es decir, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

Los contenedores para el almacenamiento en el lugar de producción y el transporte de los residuos de construcción y demolición deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro.

Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera), en los que figurará la información pertinente.

La ubicación de los contenedores se realizará en un sitio de fácil acceso con maquinaria y para personas.

805.2.2. CORRECTO ALMACENAJE DE MATERIAS PRIMAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

A continuación, se incorpora una tabla en la que se proponen los métodos más convenientes para almacenar las materias primas que llegan a la obra, cuya aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos que se originan o el desperdicio de materiales:

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

MATERIAL	ALMACENAR CUBIERTO	ALMACENAR EN ÁREA SEGURA	ALMACENAR EN PALLETES	ALMACENAR LIGADOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
Arena y grava		X			Almacenar en una base dura para reducir desperdicios
Tierra superficial y rocas		X			Almacenar sobre una base dura para reducir desperdicios. Separarlos de contaminantes potenciales
Yeso y cemento	X		X		Evitar que se humedezcan
Ladrillos y bloques de hormigón. Adoquines			X	X	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso. Proteger del tráfico de vehículos
Piezas de bordillo				X	Proteger de los movimientos de vehículos y de la rociadora de alquitrán.
Prefabricados de hormigón				X	Almacenar en embalajes originales, lejos de los movimientos de los vehículos.
Tuberías cerámicas y de hormigón				X	Usar separadores para prevenir que rueden. Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso.
Tejas de cerámica y pizarra					Mantener en los embalajes originales hasta el momento del uso.
Baldosas de revestimiento			X	X	Envolver con polietileno para prevenir rayadas

MATERIAL	ALMACENAR CUBIERTO	ALMACENAR EN ÁREA SEGURA	ALMACENAR EN PALLETES	ALMACENAR LIGADOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
Madera	X	X		X	Proteger todos los tipos de madera de la lluvia
Metales	X	X			Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Vidrio plano y en general		X	X		Proteger el vidrio de las roturas causadas por mal manejo o movimiento de vehículo
Pinturas		X			Proteger del robo
Membranas bituminosas					Almacenar en rollos y proteger con polietileno
Material aislante	X	X			Almacenar con polietileno
Azulejos de cerámica	X	X			Almacenar en los embalajes originales el momento del uso
Fibra de vidrio					
Ferretería					
Aceites		X			Almacenar en camiones, tanques o latas, según la cantidad. Proteger el contenedor de daños para reducir el riesgo de derrame.

Los materiales sobrantes han de transferirse siempre a un transportista autorizado, inscrito en el Registro de Transportistas de Residuos de Baleares.

Los transportistas de RCD no podrán realizar ningún servicio de transporte de este tipo de residuos si el productor no está en posesión de la licencia municipal de obras (si la obra lo necesita), o si no ha procedido a notificar al Ayuntamiento correspondiente la realización de las mismas, cuando la citada licencia no sea preceptiva.

805.2.3.TRANSPORTE DE RESIDUOS

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

El transporte y recogida de residuos se ajustará a criterios sencillos, entre los que se encuentra la descripción en un formulario de los residuos que van a ser transportados o vertidos, con el fin de controlar su itinerario, desde donde se generan hasta su destino final.

Durante el transporte se ha de velar por mantener los residuos especiales separados de los residuos inertes.

Han de evitarse movimientos innecesarios, que entorpezcan la marcha de la obra y no faciliten la gestión de los mismos.

805.2.4.ENTREGA AL GESTOR

El contratista de las obras, como poseedor de los residuos de la construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición por parte del contratista a un gestor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del contratista, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el contratista de las obras entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de Residuos y Suelos Contaminados.

805.2.5.DEPÓSITO EN VERTEDERO

No se podrá llevar ningún residuo de construcción y demolición a ningún vertedero, y se ha de tener en cuenta, la reutilización, el reciclaje y la valorización de los materiales procedentes de estas actividades. Por ello, se deberá trasladar a un gestor autorizado, el cual realizará las operaciones de reciclaje, tratamiento y/o depósito en vertedero.

Los suelos no contaminados y otros materiales naturales excavados procedente de excedentes de obras de construcción y demolición podrán emplearse en operaciones de valorización, en sustitución de otros materiales en obras de colmatación de huecos con el fin de mejorar el terreno, rehabilitar terrenos afectados por actividades extractivas y/o restauración de espacios degradados y acondicionamiento de caminos.

805.2.6.RESIDUOS ANTRÓPICOS, SANEAMIENTOS Y PUNTOS LIMPIOS DURANTE LAS OBRAS

Todo lo relacionado con el manejo de residuos tanto urbanos y asimilables a urbanos, como peligrosos, se realizará según establece la citada Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados.

En cuanto a las instalaciones auxiliares, la organización y funcionamiento de los alojamientos, oficinas y demás servicios sociales en beneficio del personal empleado correrán a cargo del Contratista, garantizando las comunicaciones y el saneamiento ambientalmente adecuado de las mismas.

Dichas instalaciones generarán una serie de residuos que requerirán el oportuno sistema de saneamiento y una gestión de residuos adecuados conectando a la red general o en su caso siendo oportunamente retirada de forma controlada a cargo del contratista.

Además, el recinto de las obras deberá disponer de un sistema de puntos limpios donde se depositarán las basuras para su gestión por un gestor autorizado.

Para cada punto limpio se definirá su zona de influencia y, en su caso, se organizará el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal, etc.) y con su adecuada señalización.

El área de influencia abarcará el conjunto de la obra o actividad. En cada una se procederá a señalar los puntos de recogida en número y distancia suficientes para facilitar la utilización de los puntos limpios y facilitar el transporte hasta ellos. Al término de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la actuación, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los mismos criterios de calidad aplicados al resto de las zonas.

Para los residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consistirá en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación distinguibles, según el tipo de desecho, y contiguos a las áreas más características del proyecto. Cada uno de estos definirá una zona de acción o influencia donde se distribuirán, uniformemente y según los requerimientos de la obra, un número suficiente de grupos de depósitos menores (puntos de recogida). La recogida de los residuos acumulados en los puntos de retirada y su traslado a los puntos limpios contará con personal y medios específicos para esta tarea. El correcto funcionamiento de este sistema no descarta una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Los contenedores de residuos tóxicos se colocarán en terrenos, con unas mínimas características mecánicas y de impermeabilidad, debido primero a su peligrosidad y segundo a los lixiviados que producen o son capaces de producir. La preparación del suelo consistirá, según las necesidades estimadas por la Dirección Ambiental de las obras. En los casos necesarios, se habilitará el terreno para soportar la presión mecánica de los contenedores.

Los contenedores serán seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo. En principio se escogerá el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y el peso esperado de los mismos y las condiciones de aislamiento deseables.

ANEJO Nº24 GESTIÓN DE RESIDUOS

Según la movilidad se distinguirán dos clases de contenedores: aquellos localizados en los puntos limpios, mayores y poco movibles, y aquellos otros situados en los puntos de recogida, de menor tamaño y mayor movilidad. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

Los puntos limpios estarán diseñados acordes al objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de los materiales sobrantes. En el caso de residuos sólidos, el punto limpio consistirá en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho.

Los contenedores que alberguen residuos potencialmente contaminantes deberán situarse sobre terrenos impermeabilizados. El material que formará cada contenedor variará según la clase, el volumen y el peso esperado de los residuos, así como las condiciones de aislamiento deseables. Para el más fácil y correcto funcionamiento de los puntos limpios, se potenciará la distinción visual, colocando contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.

COLOR CONTENEDOR	CONTENIDO CONTENEDOR
Verde	Vidrio
Azul	Papel y cartón
Amarillo	Envases y plásticos
Marrón	Madera
Negro	Neumáticos
Blanco	Residuos orgánicos
Rojo	Residuos peligrosos
Morado	Pilas alcalinas y pilas botón
Gris	Metal

Los contenedores serán en cualquier caso, impermeables.

Es necesario instalar un punto limpio próximo a las áreas destacables por una actividad importante y prolongada. Como mínimo, se establecerá un punto limpio junto al parque de maquinaria e instalaciones de obra con los siguientes contenedores:

- Contenedor estanco para recipientes de vidrio
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón
- Contenedor estanco para envases y recipientes plásticos
- Contenedor abierto para maderas
- Contenedor abierto para neumáticos

- Contenedores para residuos orgánicos
- Depósitos estancos preparados para residuos peligrosos
- Contenedores cerrados para pilas alcalinas y pilas botón
- Contenedor estanco sobre terreno preparado para inertes

Se incluirá además un contenedor con material absorbente para posibles vertidos de aceites y combustibles.

El perímetro del punto limpio estará vallado siendo impermeabilizada la superficie coincidente con el parque de maquinaria y zonas susceptibles de generar riesgos de contaminación del suelo o las aguas subterráneas.

805.2.7. GESTIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS O PELIGROSOS

Hay residuos de construcción compuestos de materiales que, por sus características, son potencialmente peligrosos. Las características que los convierten en peligrosos son las siguientes: que sean inflamables o tóxicos, que puedan sufrir corrosión o provocar reacciones nocivas y el hecho de ser irritantes.

Los residuos pueden ser considerados como peligrosos si la cantidad de materiales potencialmente peligrosos de los que están formados superan un nivel determinado que pueda representar una amenaza potencial para la salud, para los organismos vivos y para el medio ambiente. Deben tenerse en cuenta las clasificaciones y prescripciones que figuran en la Lista Europea de Residuos.

Entre los materiales peligrosos que se pueden encontrar en un derribo, mantenimiento o rehabilitación, cabe nombrar el amianto. Este material puede presentarse como amianto friable (aislamientos, cuerdas, bordones, protecciones de estructuras de acero frente al fuego, etc.) o componentes (pavimentos, techos falsos, fibrocemento, etc.) que lo contengan o que lo liberen en forma fibras al envejecer.

Los residuos con amianto friable se embalarán, sellarán y etiquetarán con la señalización adecuada. Estarán separados del resto de residuos. Todo material de un solo uso contaminado con amianto será considerado como residuo de amianto.

El amianto friable embalado y el fibrocemento se destinarán a depósitos controlados autorizados para residuos especiales (peligrosos). Su transporte se realizará mediante un transportista autorizado, para esta clase de residuos (amianto en polvo).

En relación a la gestión de residuos tóxicos y peligrosos, se prohibirá cualquier tipo de manipulación con materiales clasificados como RTP (Residuos Tóxicos y Peligrosos) en zonas próximas a áreas de interés o sensibilidad ambiental, prestando especial atención a las labores de mantenimiento, lubricación y cambios de aceite de la maquinaria de obra. Estas labores se realizarán en las zonas

especialmente dispuestas para ello en las instalaciones auxiliares de la obra, bajo la supervisión de la Dirección de Obra.

En el caso de los contenedores de residuos peligrosos, éstos deberán identificar perfectamente el tipo de residuo que debe contener. Para ello deberán disponer de etiquetas identificativas que incluyan información como el tipo de residuo y su código, el productor del residuo, pictograma y riesgo.

NOMBRE DEL RESIDUO	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO // // // // // // **CÓDIGO LER:**	**T**  **TÓXICO**
DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO **NOMBRE:** **DIRECCIÓN:** **TELÉFONO:**	
FECHA DE ENVASADO / /	

Además de los propios de construcción y demolición, las distintas clases de residuos tóxicos que pueden aparecer en las obras que se lleven a cabo son:

- Aceites usados
- Líquidos hidráulicos
- Filtros de aceite
- Disolventes
- Combustibles degradados
- Desengrasantes
- Baterías
- Refrigerantes y anticongelantes

- Recambios contaminados

- Trapos de limpieza contaminados

- Desechos de explosivos

- Tóner

En cuanto a residuos peligrosos generados en la obra (aceites usados, filtros de aceite, baterías, combustibles degradados, líquidos hidráulicos, disolventes, trapos de limpieza contaminados, etc.) la normativa establece en síntesis que se deberán aplicar las siguientes consideraciones:

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.
- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y destino de los mismos.
- Suministrar la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación, a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos.
- Informar inmediatamente a la autoridad competente en caso de desaparición, pérdida, o escape de residuos peligrosos.

Se solicitará la autorización de productor de residuos peligrosos ante la Consejería competente, si se generan más de 10.000 kg de residuos peligrosos por año. Si la cantidad fuera inferior se solicitará la inscripción en el registro de pequeños productores de residuos peligrosos.

805.2.8 Retirada de residuos una vez finalizada las obras

Una vez finalizadas las obras, se procederá a la retirada de todos los residuos que se hubieran generado durante su desarrollo, siendo responsabilidad del Contratista el acondicionamiento final del terreno retirando todo tipo de residuos consecuencia de las obras.

Si bien durante las obras se llevará a cabo una constante limpieza general de la zona, que implique la retirada de todos los residuos de naturaleza artificial existentes en la zona de actuación, una vez finalizadas las obras se procederá a la retirada total de todos los elementos residuales y materiales que hayan supuesto un elemento añadido al entorno.

805.3.- Medición y abono

Se medirá por toneladas de peso realmente retirado que se acreditará con los documentos oficiales de control y seguimiento de los residuos entregados por los gestores autorizados que realicen la retirada de los residuos y los aportados por las plantas de valorización. Se abonará por entrega realizada.

Los residuos de demolición se incluyen en unidades de “canon”, puesto que su transporte se incluye en las unidades de demolición y los residuos de construcción se incluyen en unidades de “Gestión” de residuos.

ANEJO Nº24. CONTROL DE CALIDAD

ANEJO Nº24. CONTROL DE CALIDAD

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 2

2 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES 2

2.1 Recepción de materiales de construcción: marcado CЄ 3

2.2 Ensayos 4

2.3 Procedencia de materiales 4

2.4 Control de calidad de recepción 5

3 PRESCRIPCIONES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES 6

4 RESUMEN DE ENSAYOS 7

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo de control de calidad recoge las pautas formales para el aseguramiento de la calidad en la ejecución de las obras de PROYECTO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO Se entiende por Control de Calidad al conjunto de los tres conceptos siguientes:

- A. Control de Calidad de Materiales y equipos (CCM)
- B. Control de Calidad de Ejecución (CCE)
- C. Control de Calidad Geométrica (CCG)

En este documento se describe los criterios mínimos para realizar el Control de calidad de materiales, debiendo estar los demás definidos en el Plan de aseguramiento de la calidad de la empresa adjudicataria (Manual, Instrucciones, Fichas,.. para asegurar el adecuado replanteo, procedimientos de construcción, medición de tolerancias,..) y el Plan de supervisión de la dirección facultativa.

Los ensayos de materiales recogidos en el presente documento deberán ser realizados por un laboratorio acreditado al menos en las áreas VSG, EHA y GTL (o las denominaciones correspondientes a las citadas áreas de ensayo) inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos Acreditados. El laboratorio será asignado a la obra por parte de la Constructora que ejecute las obras con la autorización de la Dirección de las obras o como esta determine.

Se garantizará el nivel de control, tal y como se define en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto (PPTP), así como la restante normativa vigente en materia de control de calidad de ensayos de materiales. Igualmente, se realizarán cuantos ensayos sean requeridos por la Dirección de las obras, en concepto de contraste, de los propiamente establecidos en el Plan de Control inicial, cuyos criterios detallaremos en los siguientes apartados.

2 CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

El contenido de este documento se considera el mínimo que deberá recoger el Plan de control de la calidad a presentar por el contratista y a aprobar por la Dirección Facultativa.

El Contratista elaborará y someterá a aprobación de la Dirección Facultativa, con carácter previo al inicio de los trabajos, el Plan de Control de Calidad de la obra. Dicho Plan establecerá, como mínimo: (i) el procedimiento de toma de muestras y su identificación/trazabilidad (unidad de obra, fecha, ubicación, lote/suministro y responsable), (ii) el registro de resultados de ensayos e inspecciones en partes normalizados y su archivo, y (iii) los criterios de conformidad y las actuaciones en caso de no conformidad, incluyendo aceptación, rechazo, reparación o sustitución, así como la repetición/contraste

de ensayos cuando proceda. La aceptación final de materiales y unidades de obra corresponderá a la Dirección Facultativa, conforme a lo indicado en el PPTP y normativa aplicable.

2.1 Recepción de materiales de construcción: marcado CЄ

Todos los materiales y productos que se incorporen a la obra deberán disponer de la correspondiente documentación técnica exigible, incluyendo ficha técnica del fabricante y, cuando proceda, certificado de garantía, sello o distintivo de calidad.

Con carácter previo a la puesta en obra de cualquier material o producto, se realizará el correspondiente control de recepción documental, que incluirá, cuando resulte de aplicación, la verificación del marcado CЄ, la Declaración de Prestaciones (DdP), fichas técnicas del fabricante, certificados de conformidad y cualquier otra documentación exigible conforme a la normativa vigente y al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La documentación aportada será revisada y validada por la Dirección Facultativa, quedando debidamente registrada como parte integrante del control de calidad de la obra. No se autorizará la puesta en obra de materiales que no dispongan de la documentación reglamentaria exigible o cuya conformidad no haya sido expresamente aceptada.

Se hace constar que el marcado CЄ no constituye un distintivo de calidad, sino el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en la normativa europea aplicable, siendo un requisito legal para la comercialización del producto. Mediante dicho marcado, el fabricante declara la conformidad del producto suministrado con las exigencias esenciales que le son de aplicación, de acuerdo con las disposiciones y Directivas comunitarias que regulan dicho marcado.

El marcado CЄ de un producto de construcción indica:

- Que cumple con las especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidas en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea, que se clasifican en los grados 1+, 1, 2+, 2, 3 y 4, y en cada uno de ellos se especifican los controles que se deben realizar al producto por el fabricante y/o por un organismo notificado.

Cuando un producto esté cubierto por varias Directivas que dispongan la colocación del marcado CЄ, éste señalará que el producto cumple las disposiciones aplicables de todas esas Directivas de aplicación al mismo.

Una vez hecha la correspondiente recepción del producto, la Dirección Facultativa decidirá, en su caso, sobre la necesidad de la realización de ensayos adicionales sobre los productos sujetos al Marcado CЄ, existiendo normativa como el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) que exime a los materiales que cumplan dichos requisitos.

2.2 Ensayos

Para la realización del plan de ensayos se ha aplicado la siguiente rutina al índice de mediciones de proyecto:

- Análisis de las principales unidades de obra y su medición, agrupándolas por grupos de materiales. Como resultado se consigue establecer el número de unidades a controlar.
- Propuesta de los ensayos más representativos para cada unidad, así como la frecuencia de los mismos.

La Dirección de obra ordenará los ensayos de materiales y unidades de obra previstos en el Plan de calidad y los que considere además necesarios.

Los ensayos se efectuarán y supervisarán por laboratorios acreditados con arreglo a las Normas de Ensayo y aprobadas por el Ministerio de Transportes, movilidad y agenda urbana, y en su defecto de acuerdo con las normas NLT.

Cualquier tipo de ensayo que no esté incluido en dichas normas, deberá realizarse con arreglo a las instrucciones que dicte el Director de la obra.

El Director de la obra podrá exigir pruebas de idoneidad de los distintos elementos de la obra cuyo coste se supone incluido en los precios de las distintas unidades de obra, con el límite del uno por ciento (1%) del presupuesto de ejecución material con la baja que resulte en la adjudicación.

El límite fijado del uno por ciento (1%) del presupuesto de las obras para ensayos y análisis de materiales y unidades de obra, no será de aplicación a los ensayos necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos, cuyos gastos se imputarán al Contratista, de confirmarse su existencia.

Sí se incluye expresamente en esta partida el coste de los ensayos de los hormigones y aceros a nivel de control normal y los ensayos de información en su caso, salvo que estos procedan de un problema surgido en la calidad de los materiales detectada durante el control, caso en que correrán íntegramente por cuenta del Contratista.

En cualquier caso, se entiende que los costes de los ensayos se refieren exclusivamente al coste directo de los trabajos, sin que pueda aumentarse su valoración con ningún porcentaje (salvo el IVA), ni tampoco con gastos generales ni beneficio industrial.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse u ocultarse sin la aprobación del Director.

2.3 Procedencia de materiales

El Contratista notificará al Director de obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se propone utilizar. Cuando así lo solicite el Director, aportará las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación, tanto en lo que se refiere a su calidad como a su cantidad.

El no rechazo de un material no implica su aceptación. El no rechazo o la aceptación de una procedencia no impide el posterior rechazo de cualquier partida de material de ella que no cumpla las prescripciones, ni incluso la eventual prohibición de dicha procedencia.

En el caso de que las procedencias de los materiales fuesen señaladas, concretamente en el pliego de prescripciones técnicas particulares, o en los planos, el Contratista deberá aceptar obligatoriamente dichas procedencias. Si posteriormente se comprobara que dichas procedencias son inadecuadas o insuficientes, el Contratista vendrá obligado a proponer nuevas procedencias sin excusa, y sin que dicho motivo, ni la mayor o menor distancia de las mismas, puedan originar aumento de los precios ni de los plazos ofertados.

En el caso de incumplimiento, dentro de un plazo razonable no superior a un (1) mes de la anterior prescripción, el Director de obra podrá fijar las diversas procedencias de los materiales sin que el Contratista tenga derecho a reclamación de los precios ofertados y pudiendo incurrir en penalidades por retraso en el cumplimiento de los plazos.

2.4 Control de calidad de recepción

La Dirección de Obra tiene la facultad de realizar los reconocimientos, comprobaciones y ensayos que se crean necesarios en cualquier momento, debiendo ofrecerle el Contratista la asistencia humana y material necesaria para este fin. Los gastos que ello comporte se acomodarán a lo reflejado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Cuando el Contratista ejecute obras que resulten defectuosas en geometría y/o calidad, según los materiales o métodos de trabajo utilizados, la Dirección de Obra apreciará la posibilidad o no de corregirlas y en función de ello dispondrá:

- Las corregibles, donde la desviación entre las características obtenidas y las especificadas no comprometa la funcionalidad ni la capacidad de servicio, serán tratadas a elección del Director de Obra.
- Las incorregibles, en las que queden comprometidas la funcionalidad y la capacidad de servicio, serán derribadas y reconstruidas a cargo del Contratista dentro del plazo que se indique.

Todas estas obras no serán de abono hasta encontrarse en las condiciones especificadas o pactadas, y en el caso de no ser reconstruidas en el plazo concedido, la Propiedad podrá encargar la reparación a terceros, por cuenta del Contratista.

La Dirección de Obra podrá, durante el curso de las obras o previamente a la recepción provisional de éstas, realizar cuantas pruebas crea precisas para comprobar el cumplimiento de las condiciones y el adecuado comportamiento de la obra ejecutada. Estas pruebas se realizarán siempre en presencia del Contratista que, por su parte, está obligado a dar cuantas facilidades sean necesarias para su correcta

realización y a poner a disposición los medios auxiliares y el personal necesarios para tal objeto. De las pruebas que se realicen se levantará Acta, que se tendrá presente para la recepción de la obra.

Cuando el Contratista ejecute trabajos modificando lo prescrito en los documentos contractuales del Proyecto, sin estar debidamente autorizado por el Director de la Obra, deberá demolerlos por su cuenta y no serán abonables en ningún caso.

El personal que se ocupa de la ejecución de la obra será altamente cualificado, lo cual deberá acreditarse a la Dirección de Obra mediante la oportuna documentación y con las referencias técnicas que ella exija. Si por cualquier motivo se presentasen razones suficientes para considerar que no se cumplen los supuestos anteriores, podrá ser recusado por la Dirección de Obra y deberá ser sustituido por el Contratista sin derecho a ninguna indemnización.

Toda conducción, tras haberse instalado debe someterse a una prueba de presión con agua para garantizar la integridad de los tubos, uniones, rácores y demás componentes que conformen la red de distribución instalada.

3 PRESCRIPCIONES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES

Se seguirá establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y normativas de referencia.

ANEJO Nº24. CONTROL DE CALIDAD

4 RESUMEN DE ENSAYOS

UD	CONCEPTO	MEDICIÓN	Tamaño Lote	Nº LOTES	UD/LOTE	Zonas	UD.	Precio Unitario (€)	Total
	CAP 3. PAVIMENTACIÓN								**6.605,74 €**
M3	Base de zahorra artificial 0/32 acera e=30 cm	1535, M3							2.019,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	2	5	3	30	20,00 €	600,00 €
M3	Base de zahorra artificial 0/32 en calzada	231, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
T	Riego de imprimación	0,4 T							260,00 €
	Dotación de ligante "in situ" (mínimo 5 uds. Por desplazamiento)		500 t	1	1	3	5	52,00 €	260,00 €
T	Riego de adherencia	0,2 T							260,00 €
	Dotación de ligante "in situ" (mínimo 5 uds. Por desplazamiento)		500 t	1	1	3	5	52,00 €	260,00 €
T	Capa de rodadura	16, T							1.173,00 €
	Densidad máxima, densidad aparente y contenido de huecos		1.000 t	1	1	3	3	185,00 €	555,00 €
	Análisis granulométrico de los áridos extraidos		1.000 t	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Contenido de ligante		1.000 t	1	1	3	3	66,00 €	198,00 €
	Extracción de testigos (Ø 100 mm) (se facturará un mínimo de 5 uds. Por desplazamiento y emplazamiento)		2.000 t	1	1	3	5	54,00 €	270,00 €
T	Capa base, aglomerado	32, T							1.173,00 €
	Densidad máxima, densidad aparente y contenido de huecos		1.000 t	1	1	3	3	185,00 €	555,00 €
	Análisis granulométrico de los áridos extraidos		1.000 t	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Contenido de ligante		1.000 t	1	1	3	3	66,00 €	198,00 €
	Extracción de testigos (Ø 100 mm) (se facturará un mínimo de 5 uds. Por desplazamiento y emplazamiento)		2.000 t	1	1	3	5	54,00 €	270,00 €
	CAP 4. DRENAJE								**3.589,74 €**
M3	Relleno de zanjas y pozos con tierra seleccionada de préstamo	160, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
M3	Relleno de zanjas y pozos con arena	160, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
Ud	Prueba estanquidad					3	1	50,00 €	150,00 €
	CAP 5. SANEAMIENTO								**3.589,74 €**
M3	Relleno de zanjas y pozos con tierra seleccionada de préstamo	93, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
M3	Relleno de zanjas y pozos con arena	95, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
Ud	Prueba estanquidad					3	1	50,00 €	150,00 €

ANEJO Nº24. CONTROL DE CALIDAD

	CAP 6. ABASTECIMIENTO								**3.589,74 €**
M3	Relleno de zanjas y pozos con tierra seleccionada de préstamo	5, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
M3	Relleno de zanjas y pozos con arena	5, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
Ud	Prueba de presión					3	1	50,00 €	150,00 €
	CAP 7. ALUMBRADO								
	INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO								
	OBRA CIVIL PARA ALUMBRADO PÚBLICO								**2.871,87 €**
M3	Relleno y compactado con material seleccionado	175, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
	Ejecución de mazacota de hormigón de 50x50x50	0,25 M3							576,00 €
	Serie de 5 probetas de hormigón (incluye muestreo del hormigón y medida de asiento del cono)		100 M3	1	1	3	3	192,00 €	576,00 €
	Ejecución de mazacota de hormigón de 70x70x70	12,35 M3							576,00 €
	Serie de 5 probetas de hormigón (incluye muestreo del hormigón y medida de asiento del cono)		100 M3	1	1	3	3	192,00 €	576,00 €
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO DE MANDO								**300,00 €**
Ud	Prueba de verificación instalaciones eléctricas					3	1	100,00 €	300,00 €
	CAP 8. INSTALACIONES BAJA TENSIÓN								
	OBRA CIVL PARA LA BAJA TENSIÓN								**1.719,87 €**
M3	Relleno y compactado con material seleccionado	87, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €
	CAP 9. INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES								
	OBRA CIVIL PARA REDES DE TF								**1.719,87 €**
M3	Relleno y compactado con material seleccionado	12, M3							1.719,87 €
	Análisis Granulométrico por tamizado		5.000 M3	1	1	3	3	50,00 €	150,00 €
	Límites de Atterberg		5.000 M3	1	1	3	3	27,93 €	83,79 €
	Humedad natural		5.000 M3	1	1	3	3	12,02 €	36,06 €
	Contenido en sales solubles		5.000 M3	1	1	3	3	28,94 €	86,82 €
	Contenido en materia orgánica		5.000 M3	1	1	3	3	21,97 €	65,91 €
	Ensayo de hinchamiento Lambe		5.000 M3	1	1	3	3	45,89 €	137,67 €
	Ensayo de hinchamiento en edómetro		5.000 M3	1	1	3	3	73,18 €	219,54 €
	Índice C.B.R.		5.000 M3	1	1	3	3	119,36 €	358,08 €
	Próctor modificado		5.000 M3	1	1	3	3	94,00 €	282,00 €
	Densidad y humedad in situ		1.000 M3	1	5	3	15	20,00 €	300,00 €

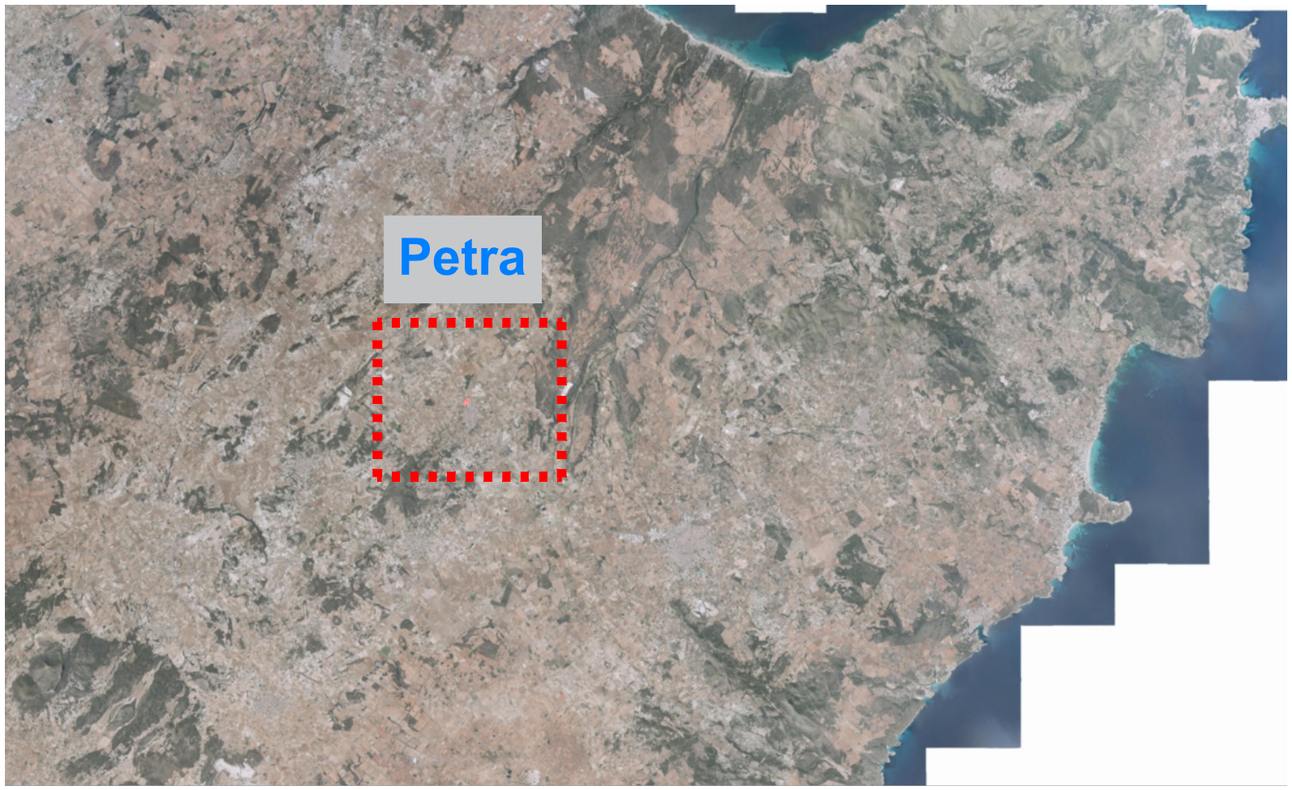
TOTAL	**23.986,57 €**

Documento nº2

PLANOS



LOCALIZACIÓN
Escala 1/2.000.000

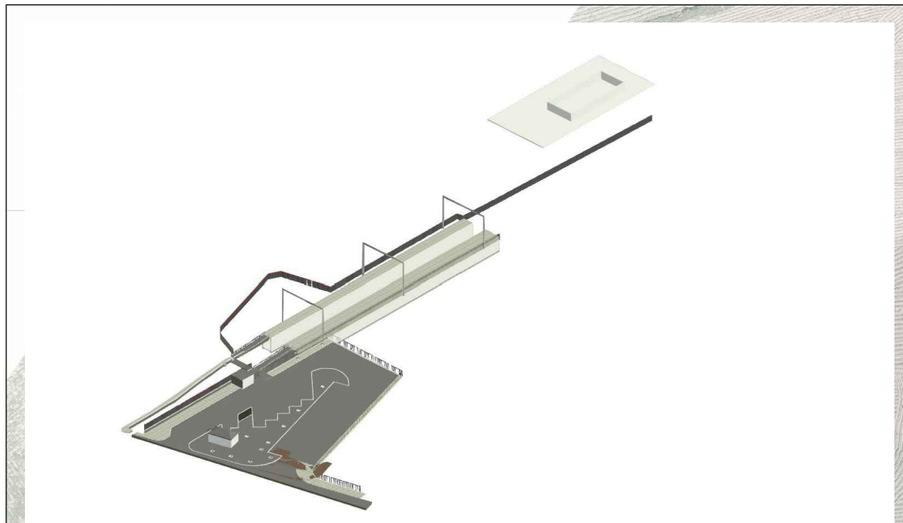


SITUACIÓN GENERAL
Escala Personal



EMPLAZAMIENTO
Escala 1/3.000

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA; Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063; M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513; Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: / FECHA: DICIEMBRE 2025 / NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	NÚMERO PLANO: 01 HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- PAPELERA
- ARQ. ALUMBRADO
- IMBORNAL
- TELEFÓNICA
- ARQUETA SIN IDENTIFICAR
- POZO SIN IDENTIFICAR
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

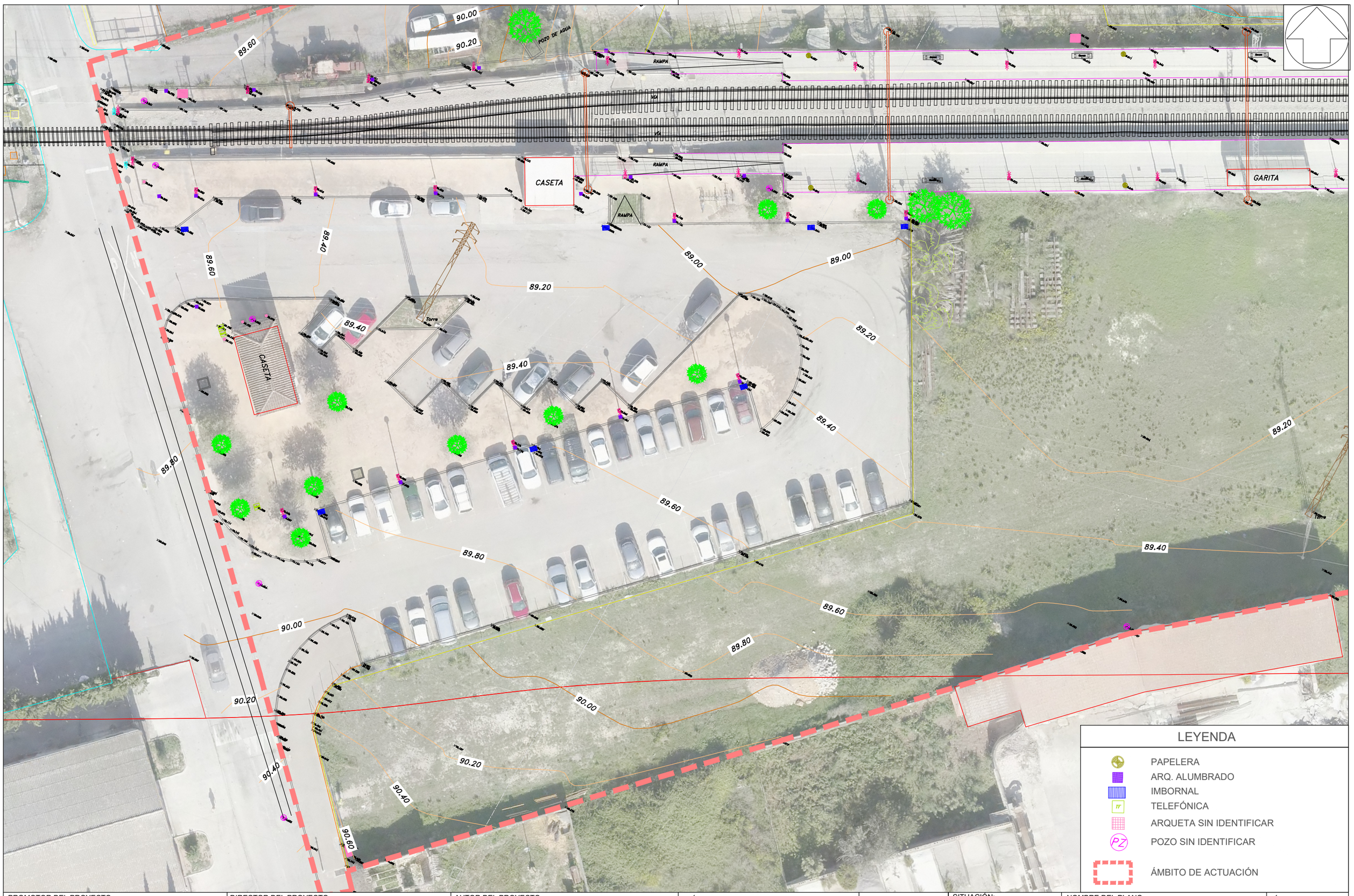
NOMBRE DEL PLANO:

ESTADO ACTUAL

NÚMERO PLANO:

2

HOJA 1 DE 4



LEYENDA

- PAPELERA
- ARQ. ALUMBRADO
- IMBORNAL
- TELEFÓNICA
- ARQUETA SIN IDENTIFICAR
- POZO SIN IDENTIFICAR
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/300
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESTADO ACTUAL

NÚMERO PLANO:
2
HOJA 2 DE 4



LEYENDA

- PAPELERA
- ARQ. ALUMBRADO
- IMBORNAL
- TELEFÓNICA
- ARQUETA SIN IDENTIFICAR
- POZO SIN IDENTIFICAR
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/300
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESTADO ACTUAL

NÚMERO PLANO:
2
HOJA 3 DE 4



LEYENDA

- PAPELERA
- ARQ. ALUMBRADO
- IMBORNAL
- TELEFÓNICA
- ARQUETA SIN IDENTIFICAR
- POZO SIN IDENTIFICAR
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/300

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

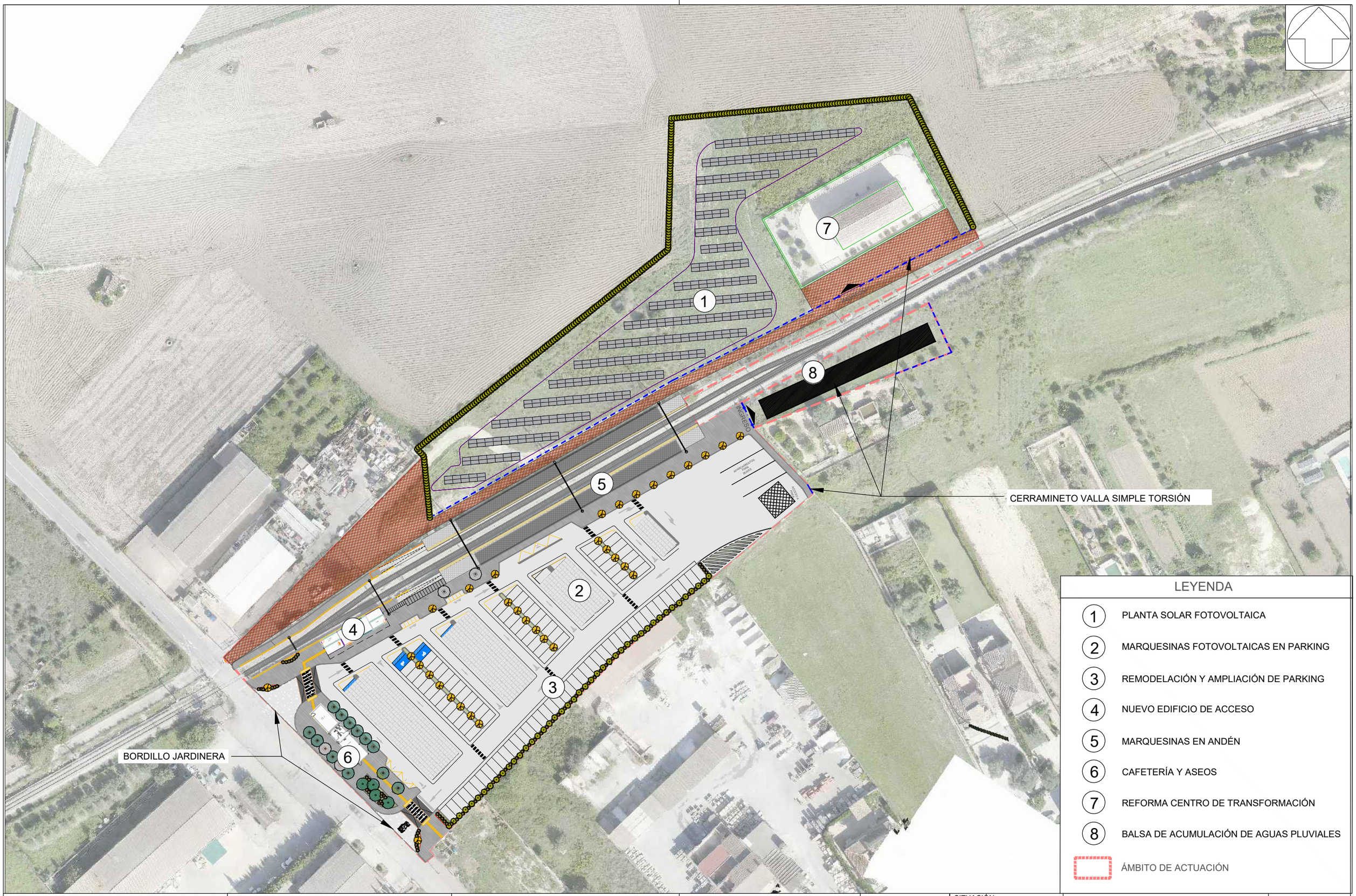
NOMBRE DEL PLANO:

ESTADO ACTUAL

NÚMERO PLANO:

2

HOJA 4 DE 4



LEYENDA

1. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
2. MARQUESINAS FOTOVOLTAICAS EN PARKING
3. REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE PARKING
4. NUEVO EDIFICIO DE ACCESO
5. MARQUESINAS EN ANDÉN
6. CAFETERÍA Y ASEOS
7. REFORMA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
8. BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
PLANTA GENERAL

NÚMERO PLANO:
3
HOJA 1 DE 3



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

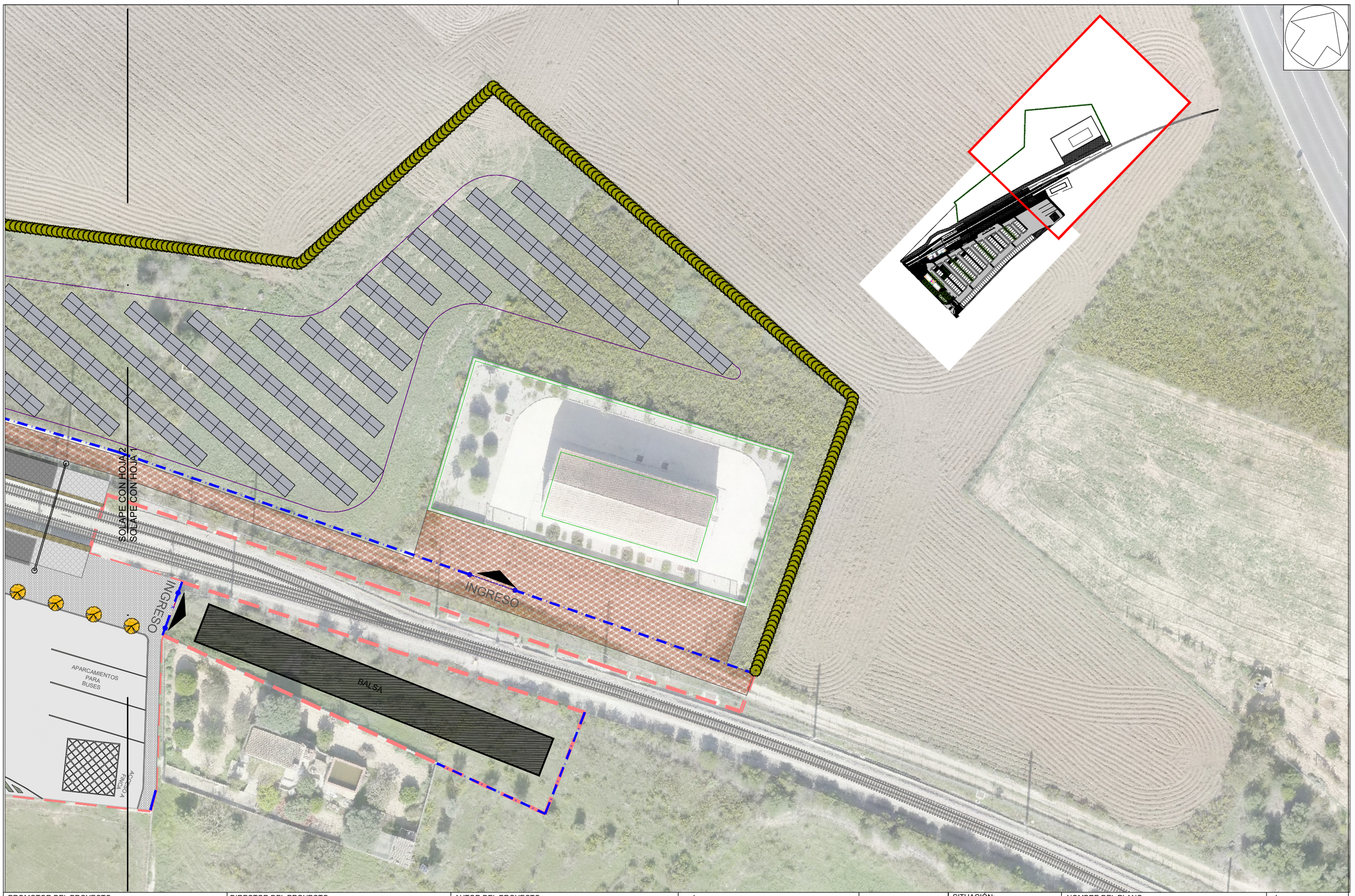
NOMBRE DEL PLANO:

PLANTA GENERAL

NÚMERO PLANO:

3

HOJA 2 DE 3



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: PLANTA GENERAL	NÚMERO PLANO: 3 HOJA 3 DE 3

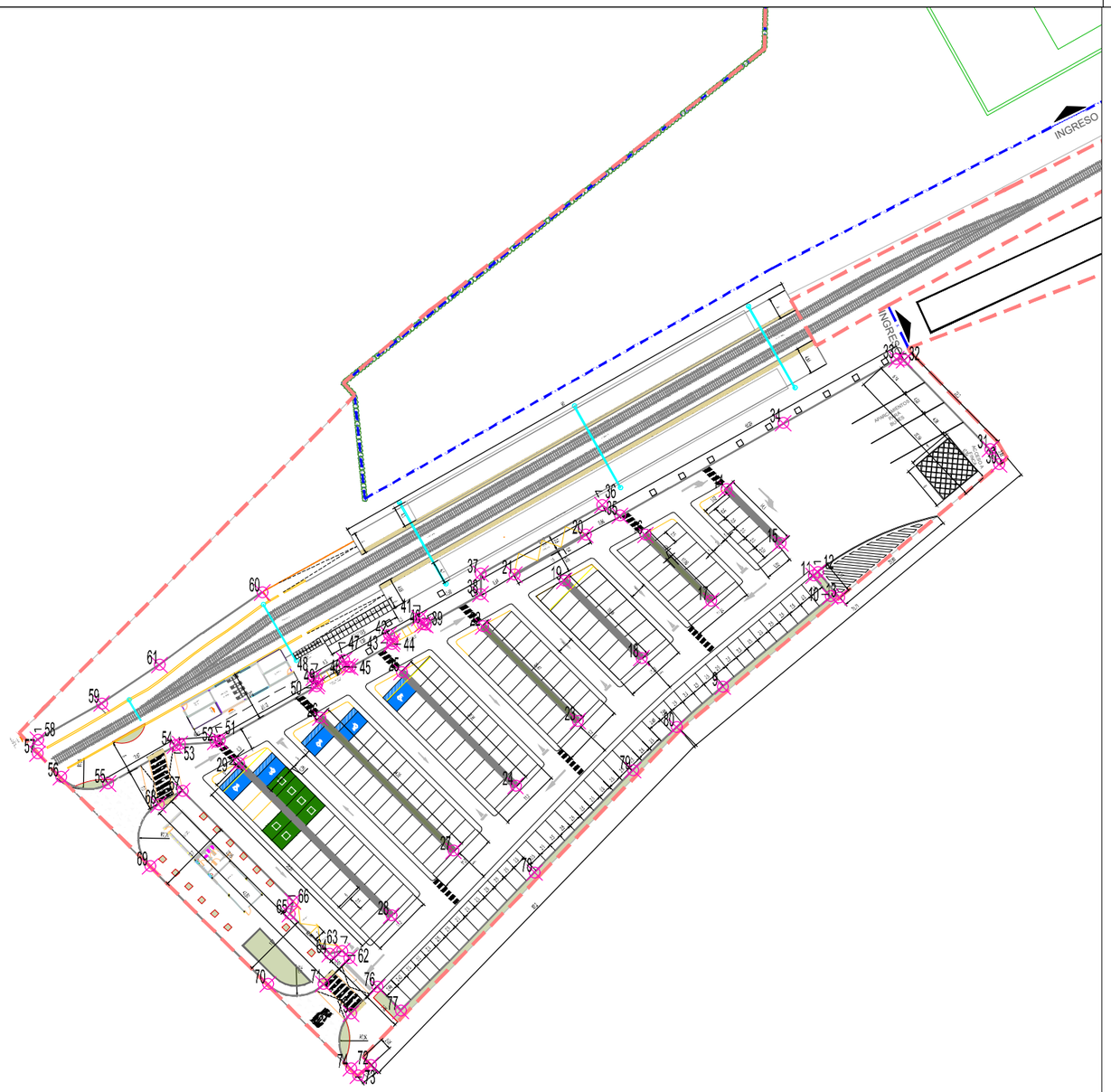


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
9	509554.94	4385349.57
10	509574.34	4385365.88
11	509571.29	4385369.58
12	509572.10	4385370.25
13	509575.94	4385365.61
14	509555.61	4385385.24
15	509565.33	4385375.45
16	509540.98	4385376.96
17	509552.81	4385365.08
18	509540.25	4385354.74
19	509526.35	4385368.68
20	509530.16	4385377.00
21	509517.36	4385369.78
22	509511.68	4385360.44
23	509528.78	4385343.36
24	509517.55	4385331.68
25	509496.99	4385352.21
26	509482.31	4385343.98
27	509506.34	4385319.98
28	509495.10	4385308.29

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
29	509467.63	4385335.76
30	509604.77	4385389.70
31	509603.16	4385392.42
32	509587.66	4385408.45
33	509586.26	4385408.65
34	509565.83	4385397.10
35	509536.36	4385380.44
36	509533.19	4385382.32
37	509511.26	4385369.95
38	509511.22	4385366.26
39	509501.30	4385360.70
40	509500.82	4385360.83
41	509500.20	4385361.95
42	509494.69	4385358.88
43	509495.33	4385357.75
44	509495.19	4385357.28
45	509487.73	4385353.09
46	509487.25	4385353.23
47	509486.62	4385354.36
48	509481.13	4385351.26

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
49	509481.75	4385350.15
50	509481.62	4385349.67
51	509464.17	4385339.89
52	509463.39	4385339.66
53	509456.99	4385339.21
54	509456.08	4385338.94
55	509444.01	4385332.11
56	509435.55	4385333.26
57	509431.31	4385337.50
58	509431.38	4385340.02
59	509442.89	4385346.55
60	509471.86	4385366.58
61	509453.34	4385353.50
62	509487.53	4385300.65
63	509486.27	4385301.93
64	509483.99	4385301.38
65	509476.80	4385308.57
66	509477.35	4385310.84
67	509457.44	4385330.75
68	509453.14	4385328.31

TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
69	509451.62	4385317.19
70	509472.88	4385295.94
71	509482.87	4385295.96
72	509491.43	4385281.30
73	509469.11	4385279.42
74	509487.83	4385280.74
75	509487.87	4385290.62
76	509492.63	4385295.43
77	509496.82	4385291.13
78	509520.98	4385316.05
79	509538.73	4385334.52
80	509546.62	4385342.28

UNIDADES APARCAMIENTO TURISMOS = 127 UD
UNIDADES APARCAMIENTO AUTOBUSES = 3 UD
UNIDADES APARCAMIENTO MOTOCICLETAS = 43 UD
UDUNIDADES APARCAMIENTO BICICLETAS = 15 UD
UNIDADES APARCAMIENTO PATINETES = 10 UD

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

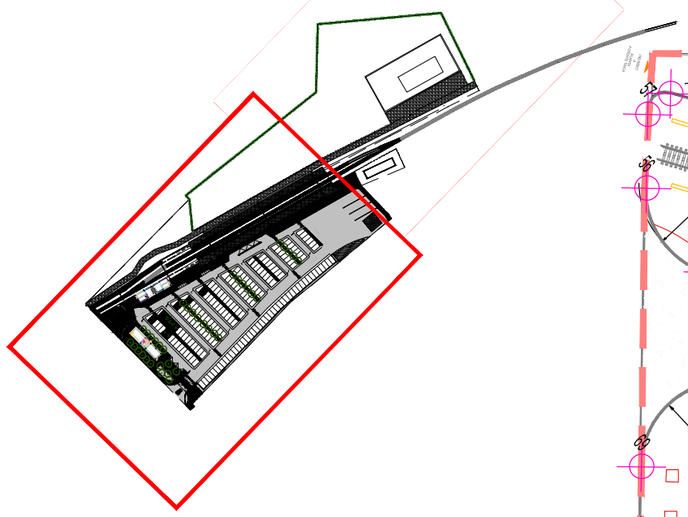
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

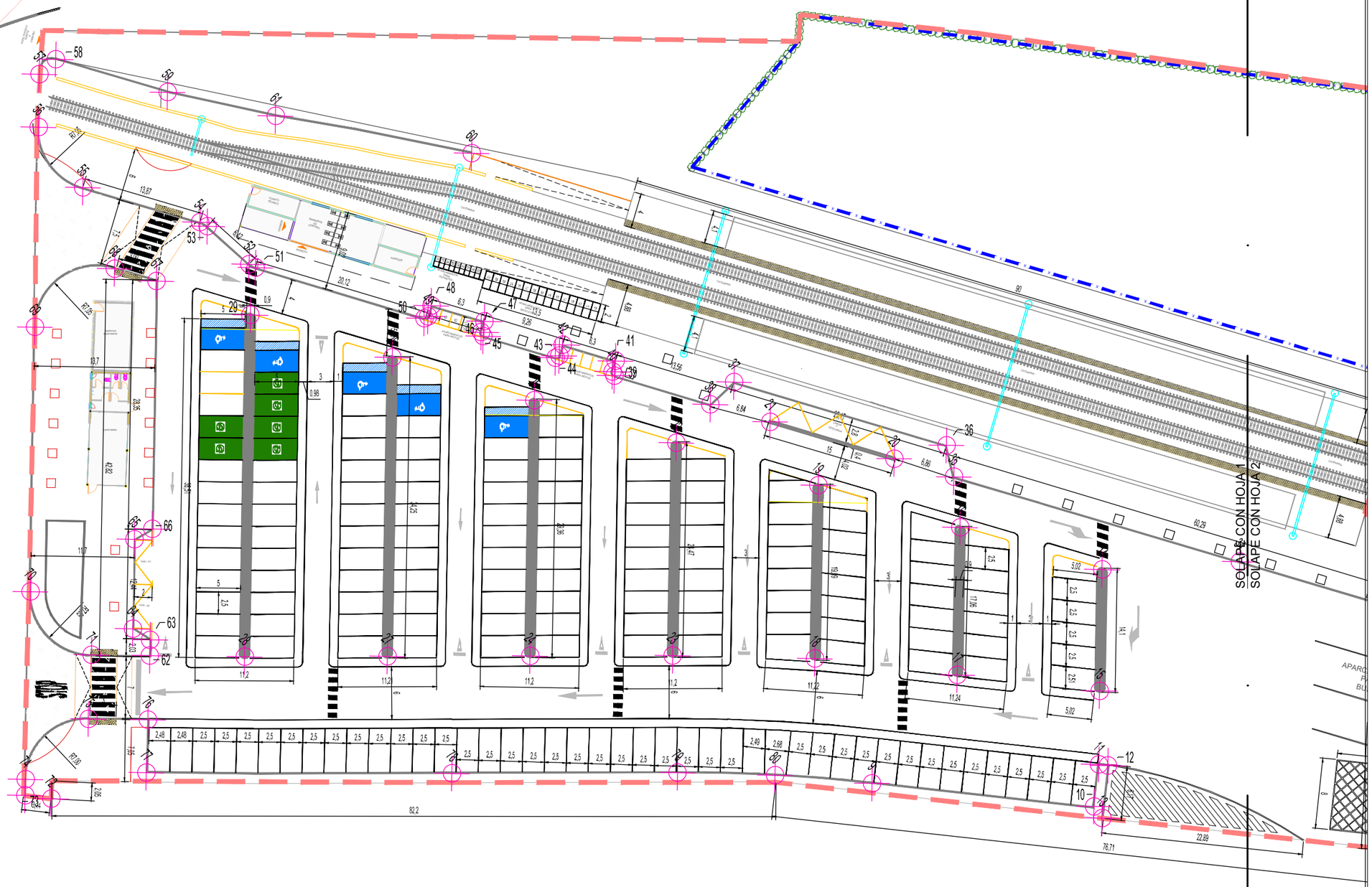
ESCALA A3: 1/1000
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

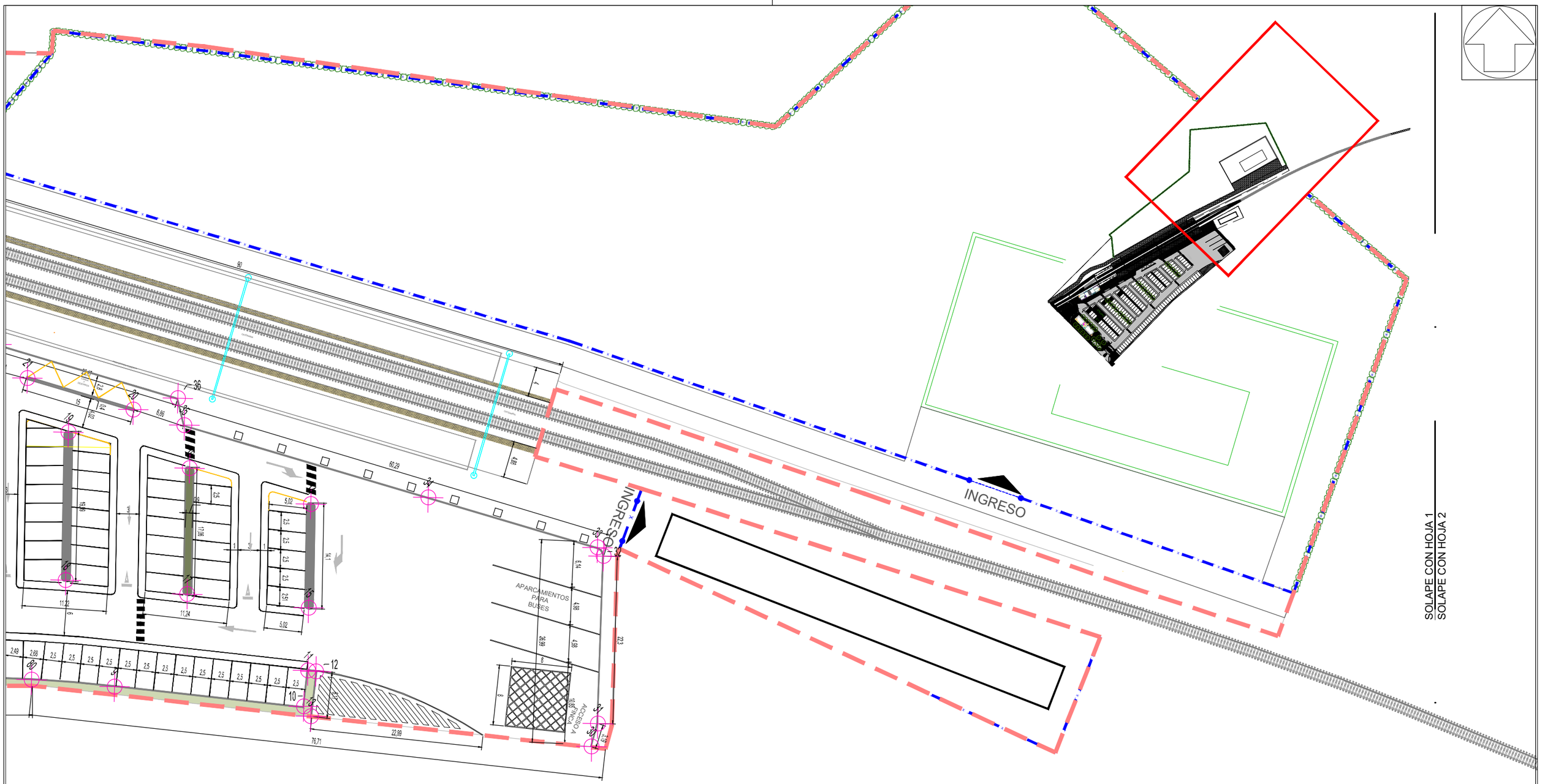
NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PARKING

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 1 DE 3





PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: TRAZADO Y REPLANTEO PARKING	NÚMERO PLANO: 4 HOJA 2 DE 3



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PARKING

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 3 DE 3

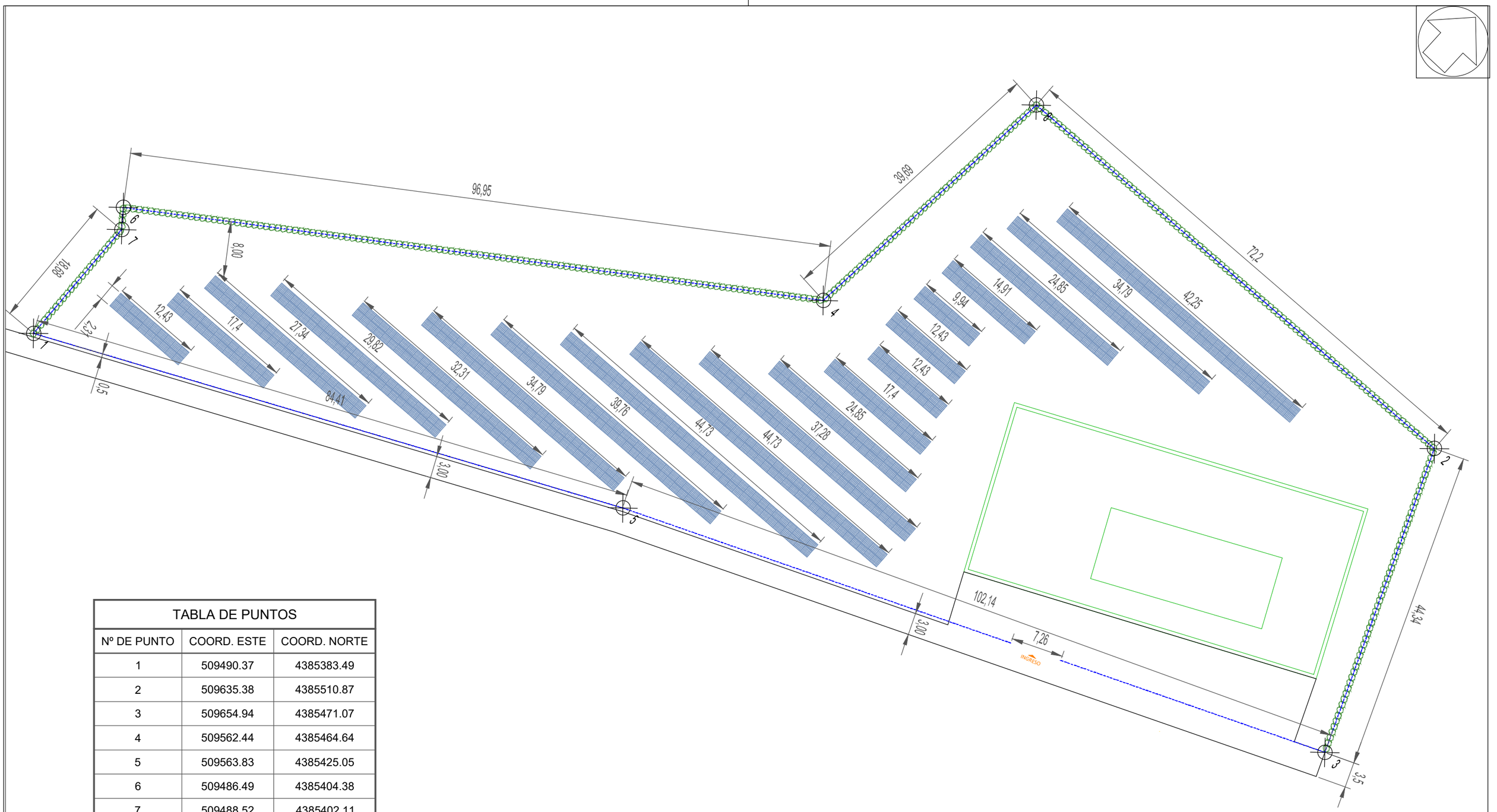


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509490.37	4385383.49
2	509635.38	4385510.87
3	509654.94	4385471.07
4	509562.44	4385464.64
5	509563.83	4385425.05
6	509486.49	4385404.38
7	509488.52	4385402.11
8	509563.48	4385504.33

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
PLANTA FOTOVOLTAICA

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 2 DE 4

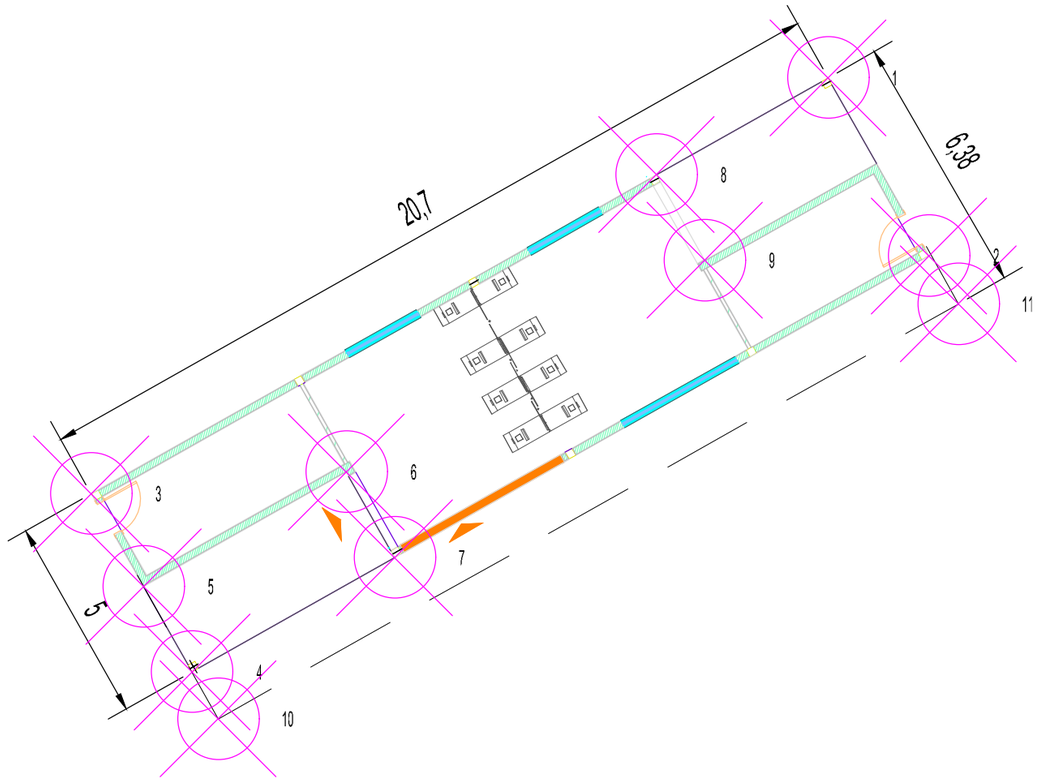


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509475.11	4385356.39
2	509477.57	4385352.04
3	509457.08	4385346.22
4	509459.55	4385341.87
5	509458.36	4385343.95
6	509463.32	4385346.75
7	509464.51	4385344.66
8	509470.91	4385354.03
9	509472.09	4385351.93
10	509460.19	4385340.72
11	509478.30	4385350.87

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/150
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
EDIFICO DE ACCESOS

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 3 DE 4

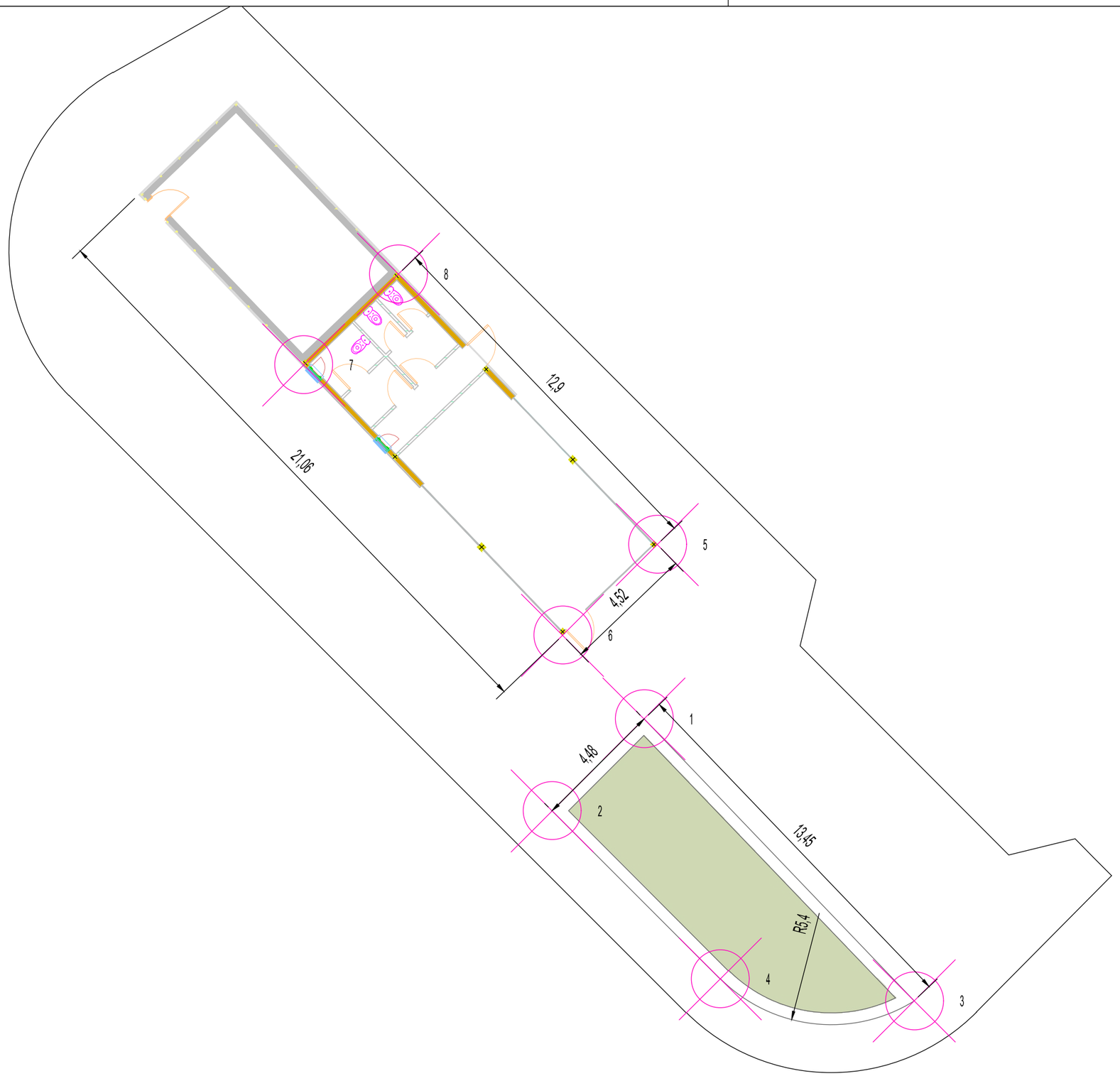


TABLA DE PUNTOS		
Nº DE PUNTO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
1	509471.43	4385306.06
2	509468.26	4385302.89
3	509480.73	4385296.35
4	509474.05	4385297.10
5	509471.89	4385312.06
6	509468.62	4385308.93
7	509459.70	4385318.24
8	509462.97	4385321.37

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

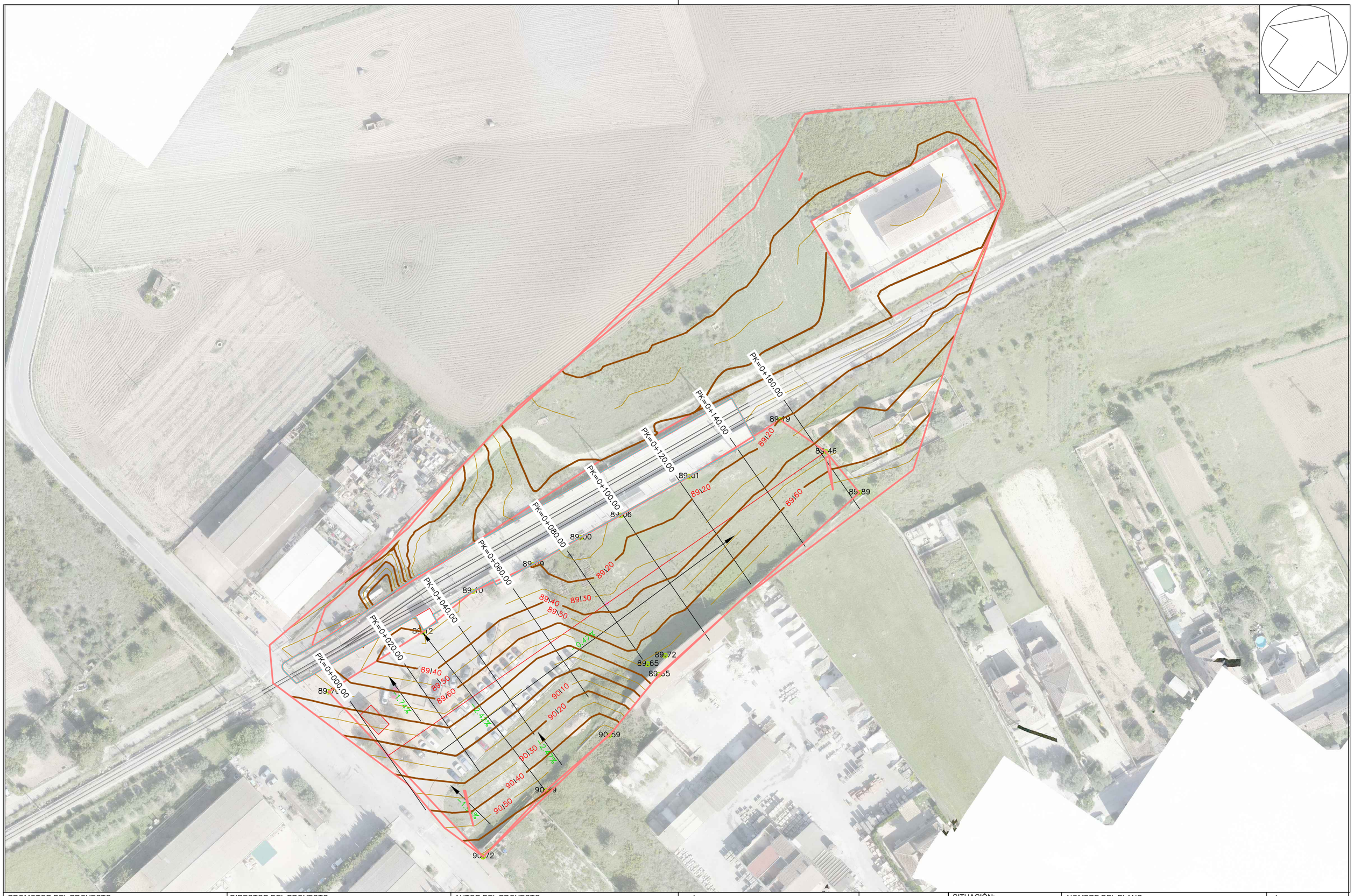
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/150
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
TRAZADO Y REPLANTEO
EDIFICIO COMPLEMENTARIO

NÚMERO PLANO:
4
HOJA 4 DE 4



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

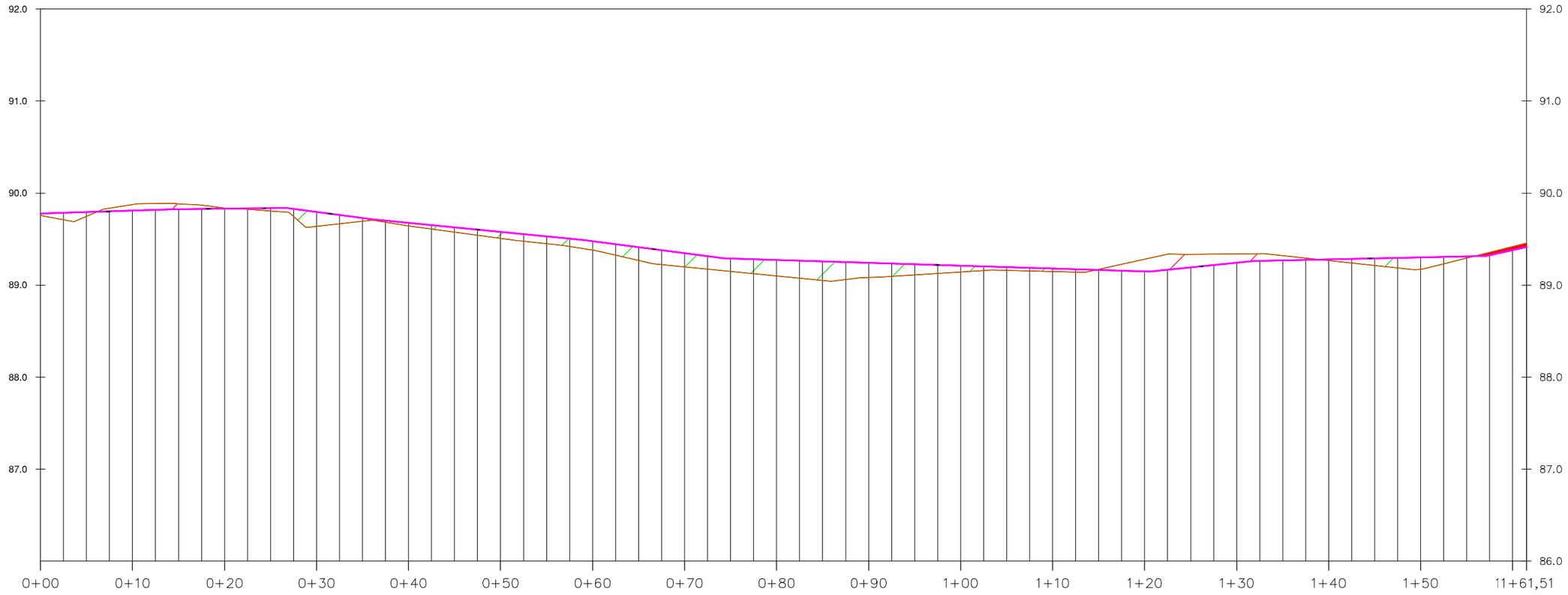
EXPLANACIÓN. PERFIL LONGITUDINAL

NÚMERO PLANO:

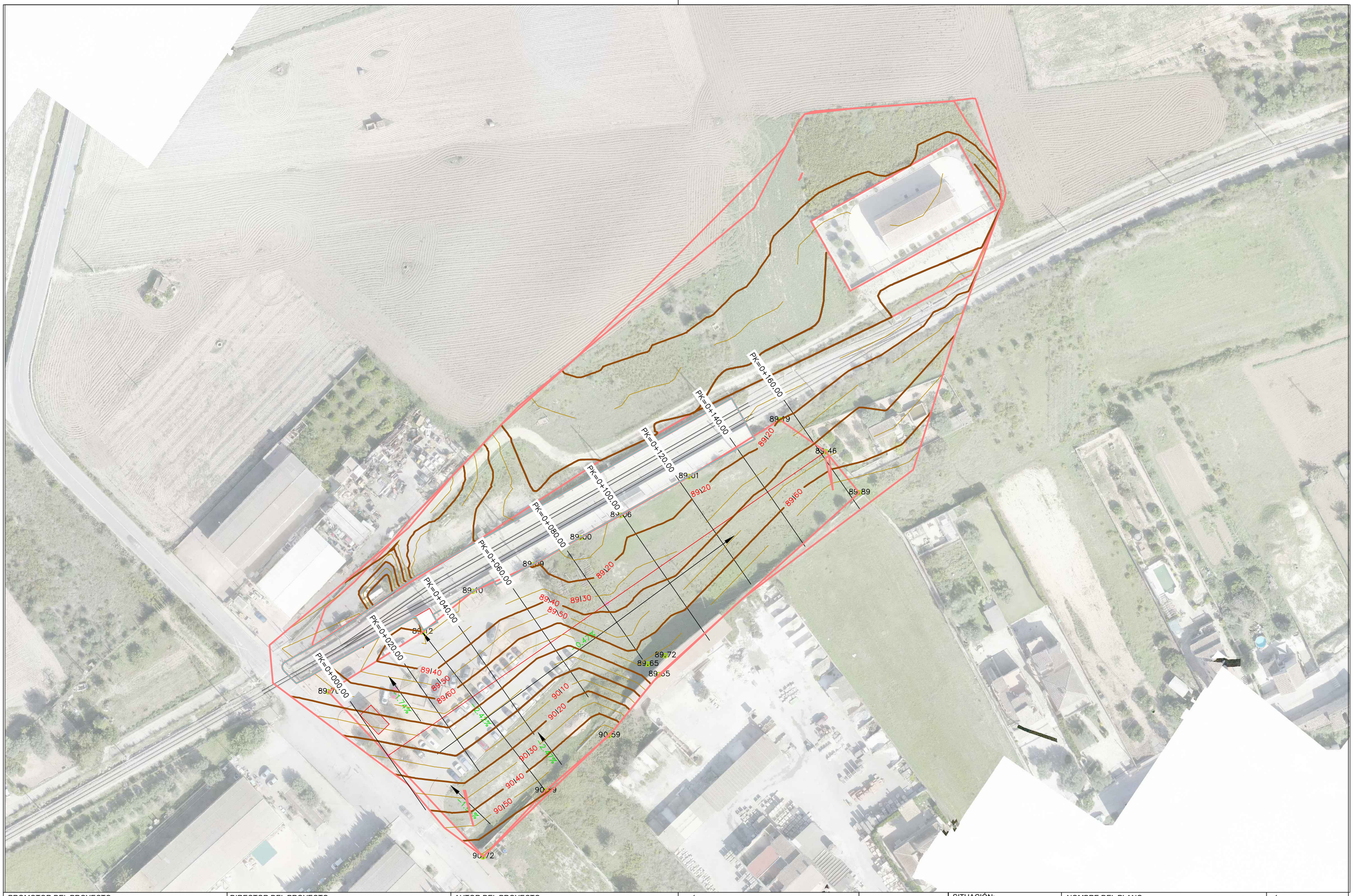
5

HOJA 1 DE 2

Perfil Longitudinal: Alineación_01_
Escalas - H:500 V: 50
DATUM: 86.00



| | | |



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

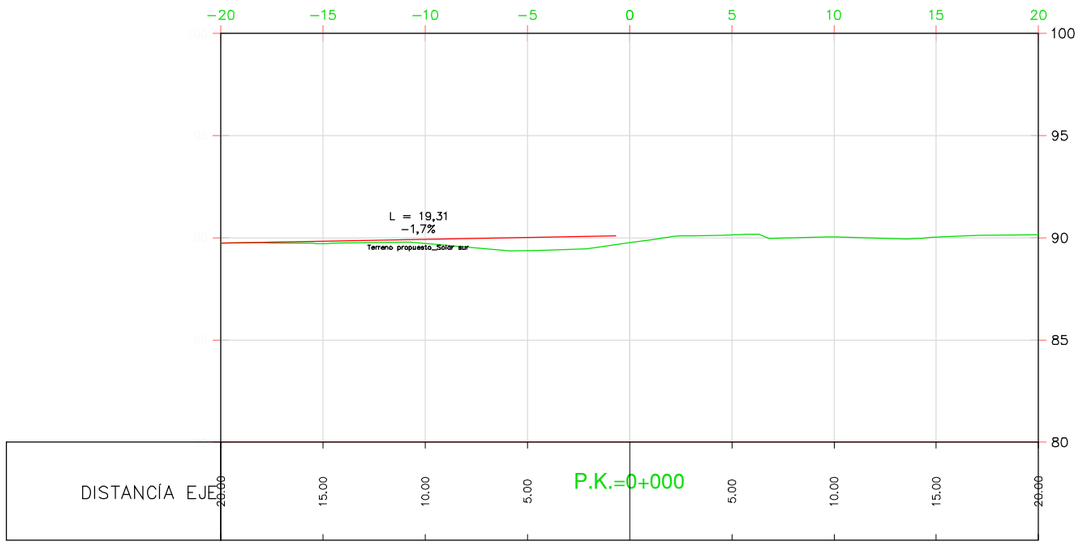
EXPLANACIÓN. PERFILES TRANSVERSALES

NÚMERO PLANO:

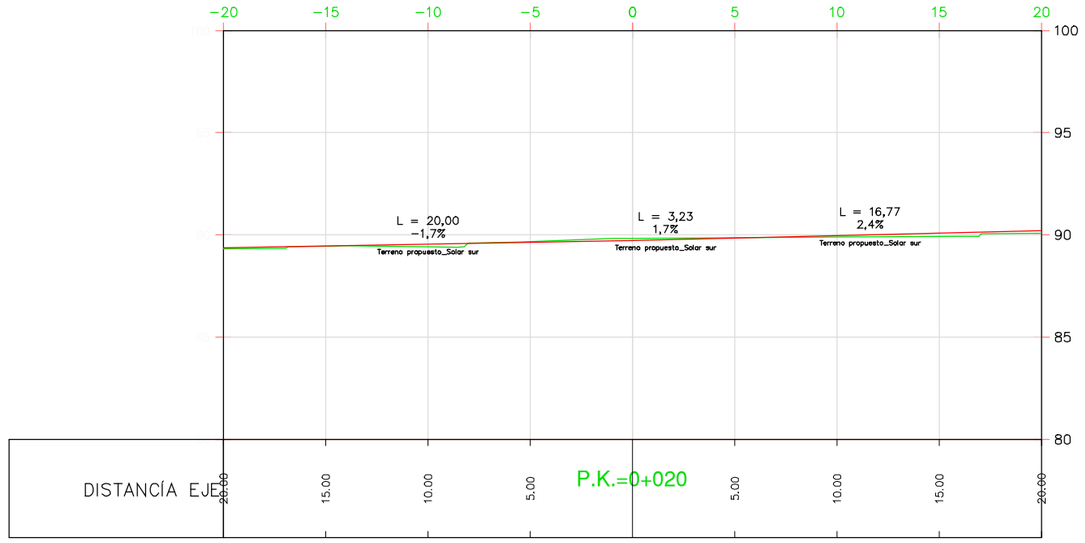
6

HOJA 1 DE 4

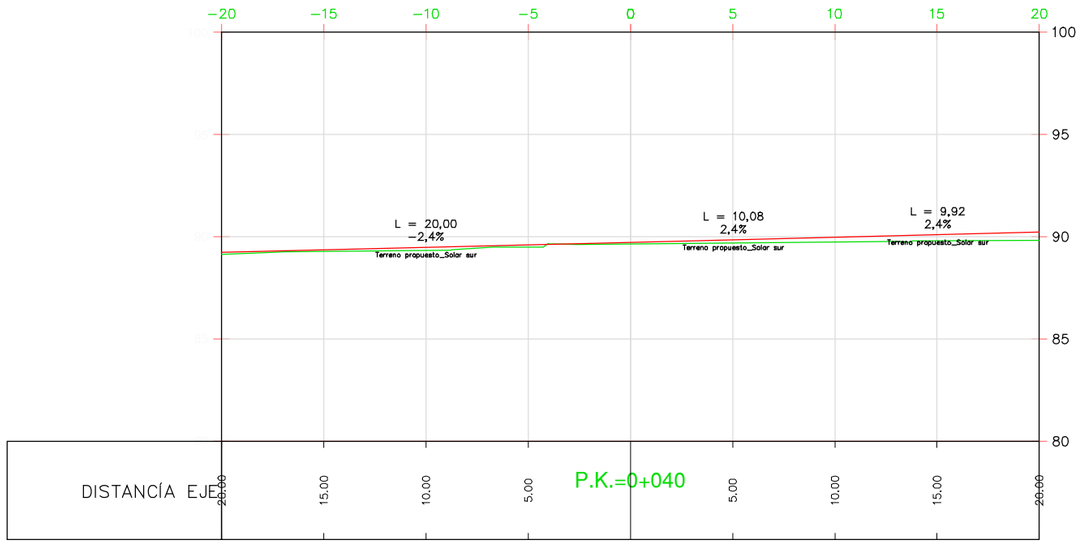
PK: 0



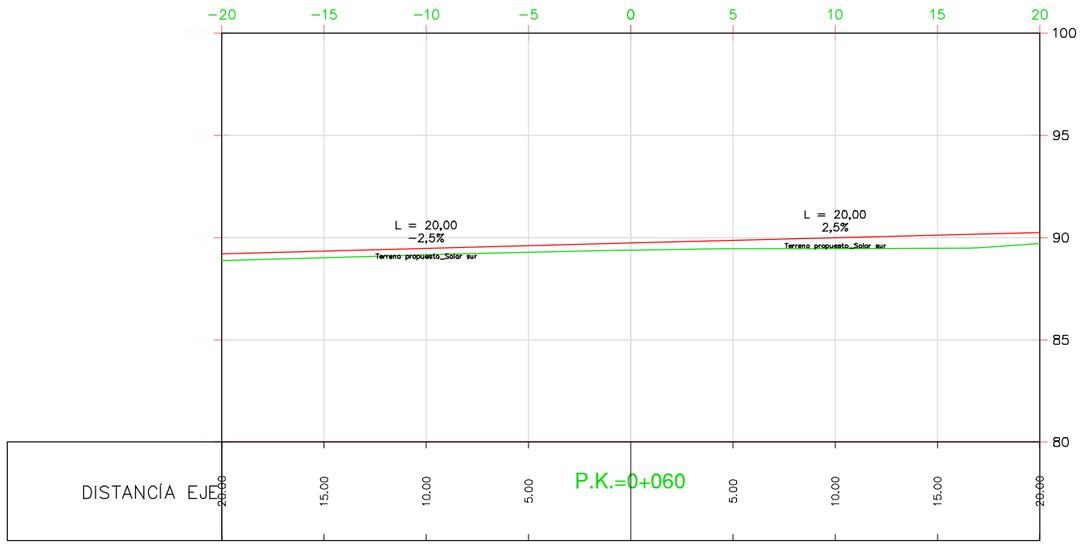
PK: 20



PK: 40



PK: 60



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

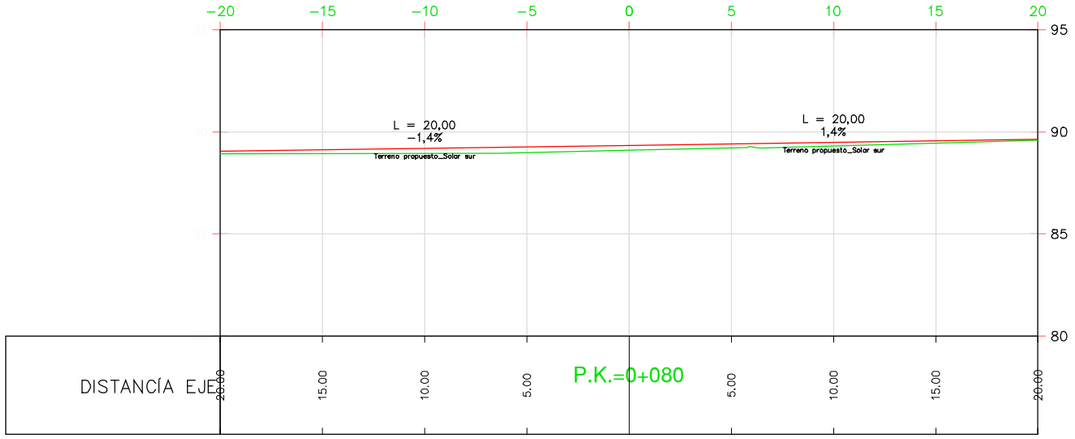
ESCALA A3: 1/300
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

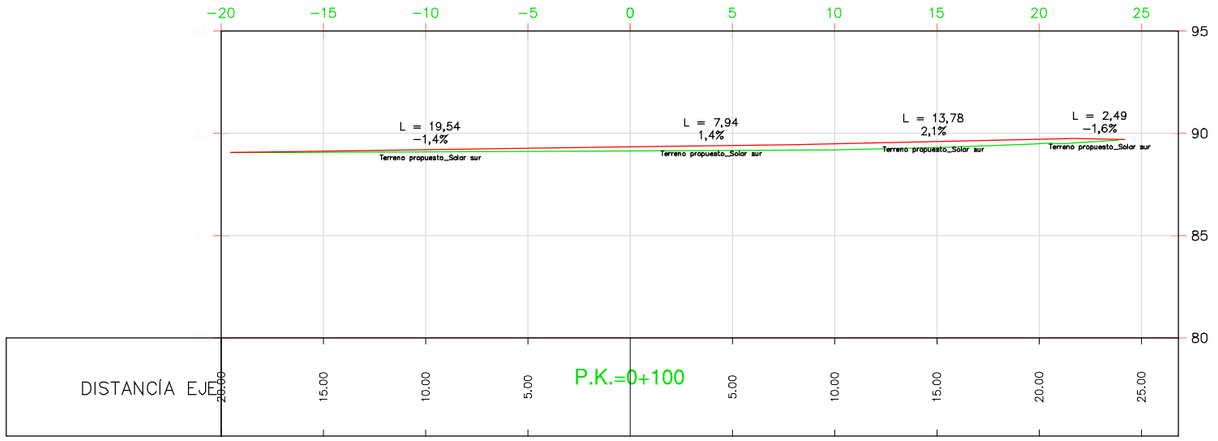
NOMBRE DEL PLANO:
EXPLANACIÓN. PERFILES TRANSVERSALES

NÚMERO PLANO:
6
HOJA 2 DE 4

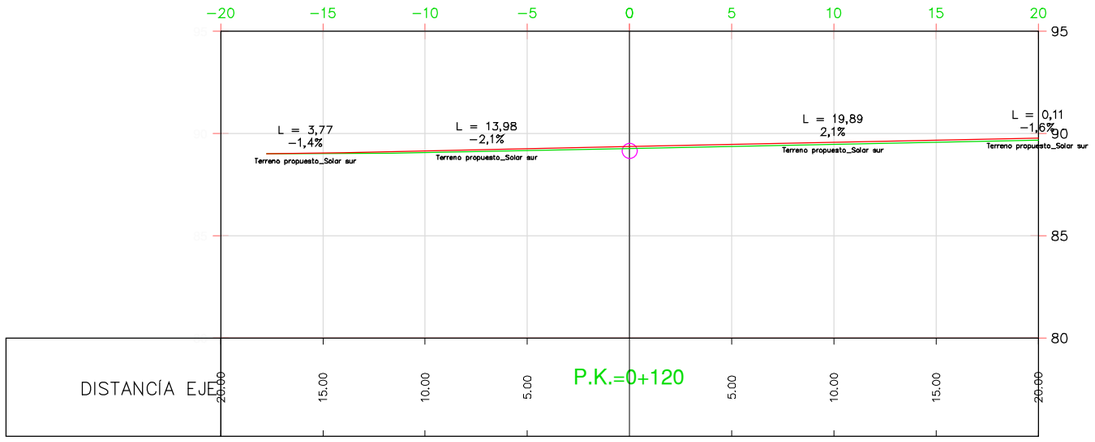
PK: 80



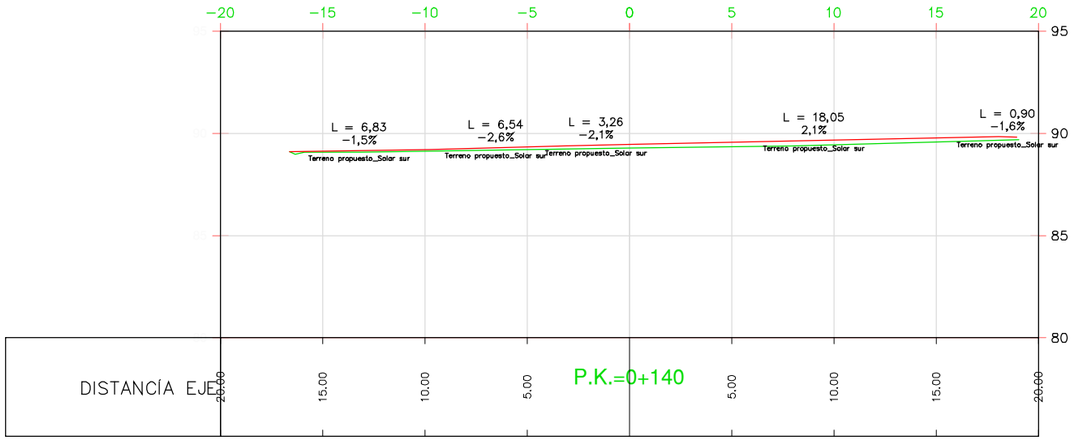
PK: 100



PK: 120



PK: 140



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

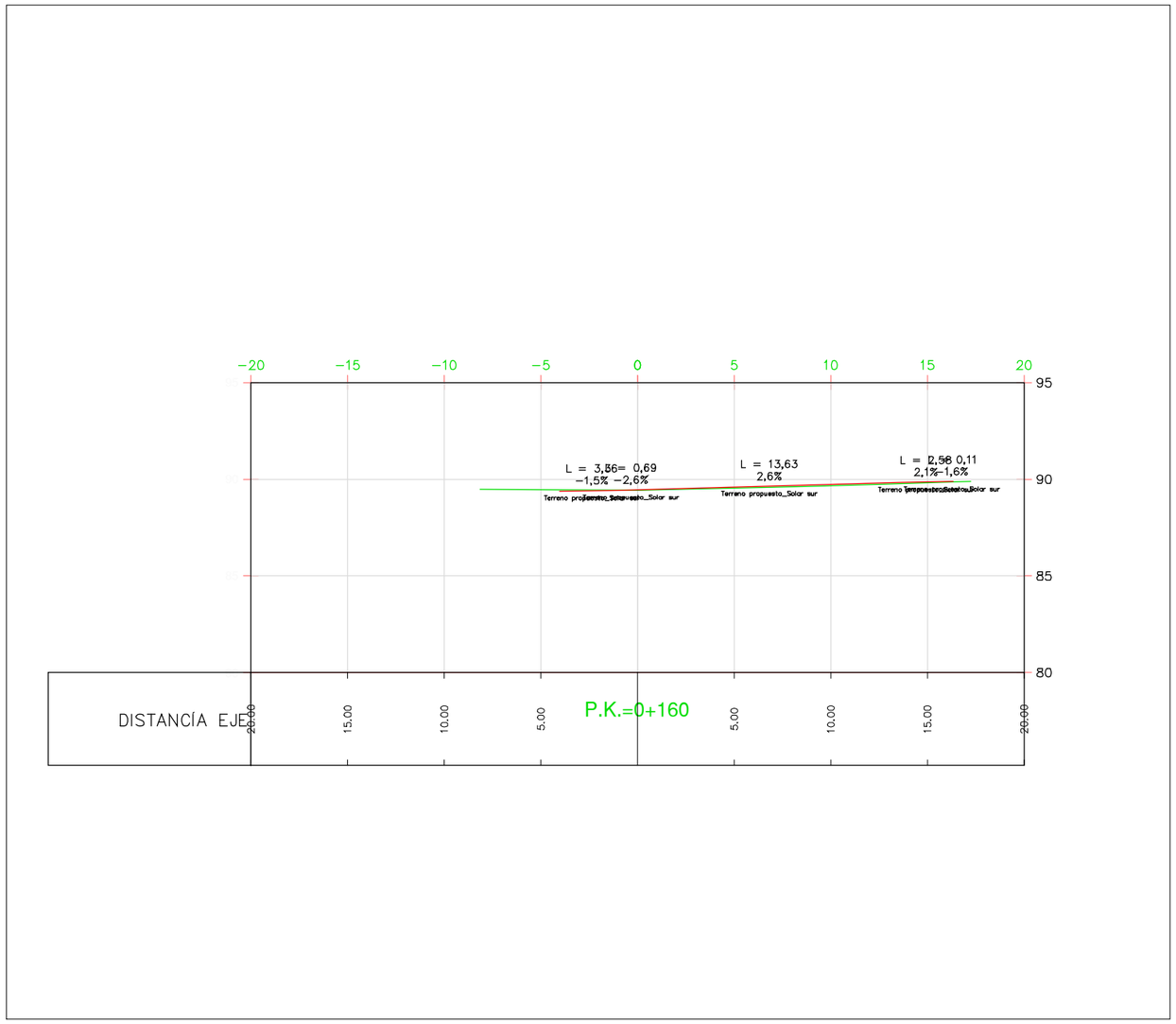
ESCALA A3: 1/300
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

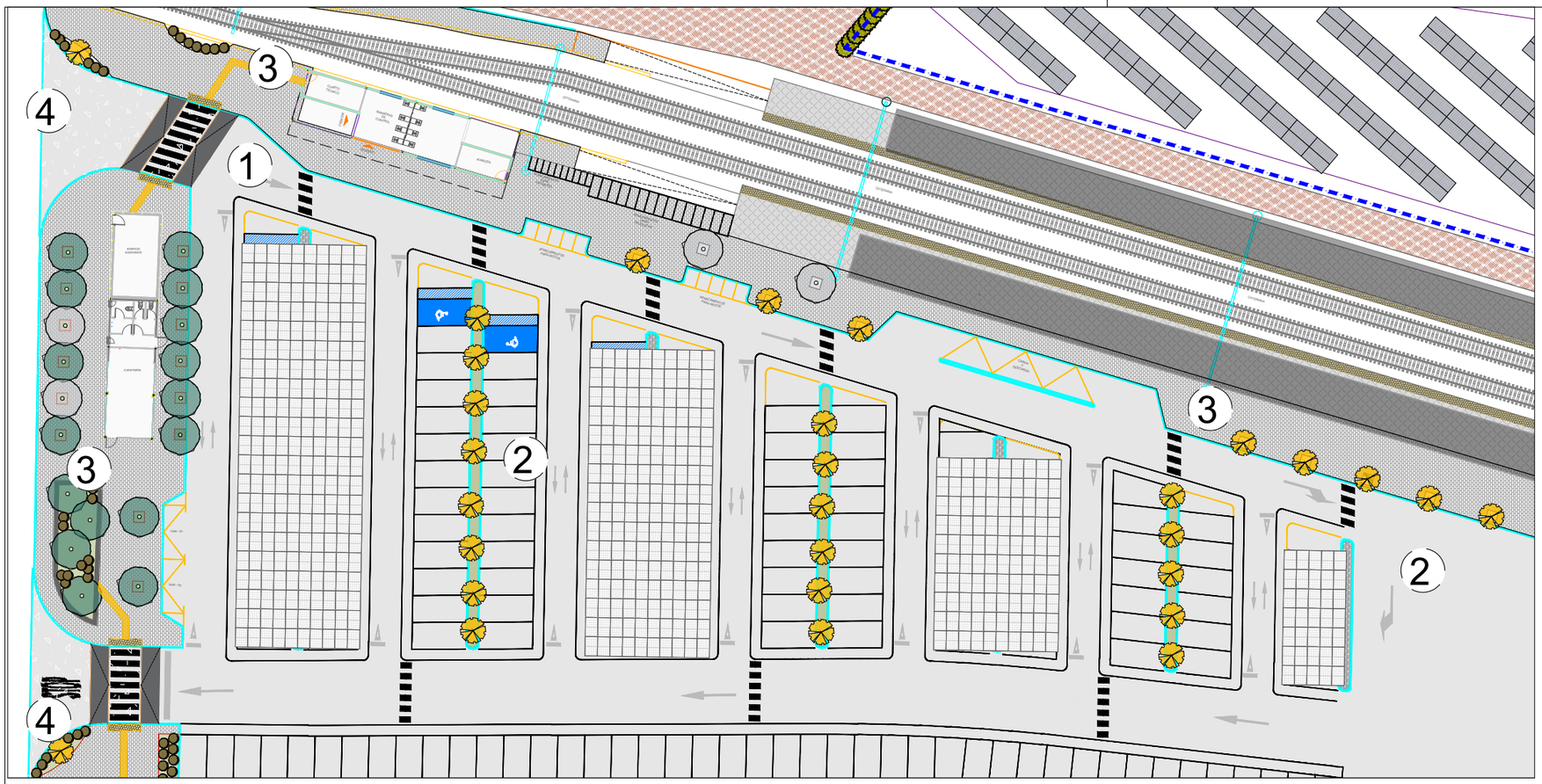
NOMBRE DEL PLANO:
EXPLANACIÓN. PERFILES TRANSVERSALES

NÚMERO PLANO:
6
HOJA 3 DE 4

PK: 160

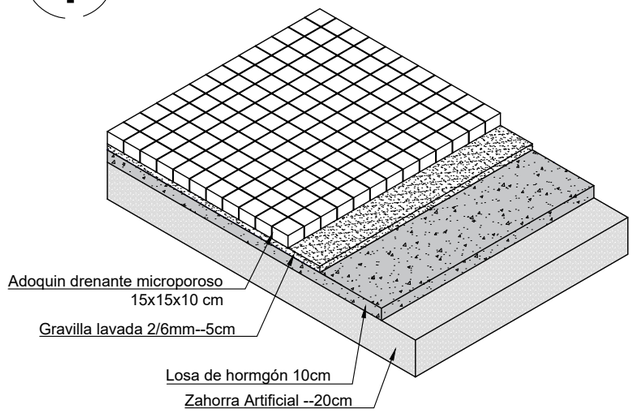


PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/300 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: EXPLANACIÓN. PERFILES TRANSVERSALES	NÚMERO PLANO: 6 HOJA 4 DE 4



SECCIÓN TIPO PAVIMENTO ACCESOS REFORZADO NO DRENANTE

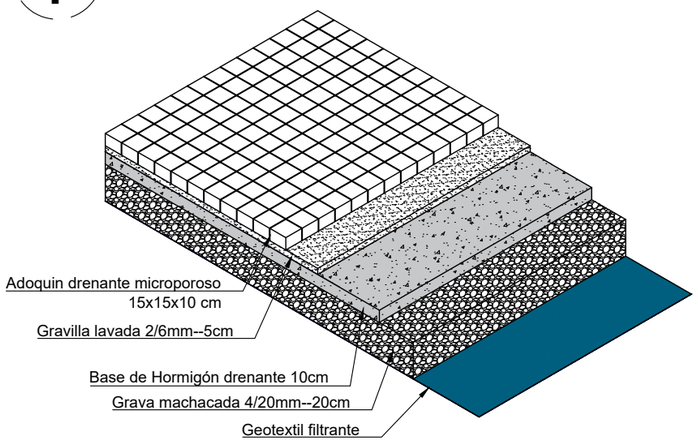
4



Escala
1/50

SECCIÓN TIPO PAVIMENTO DRENANTE EN PARKING CON REFUERZO

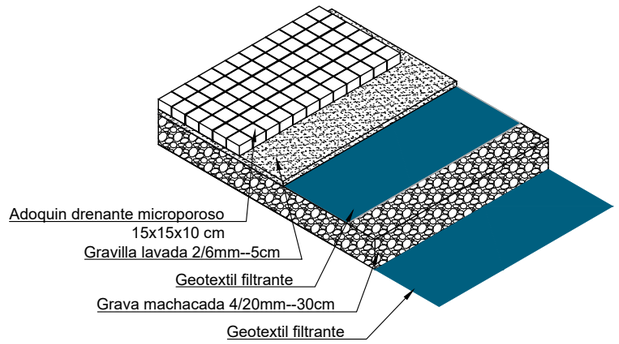
1



Escala
1/50

SECCIÓN TIPO PAVIMENTO DRENANTE EN PARKING

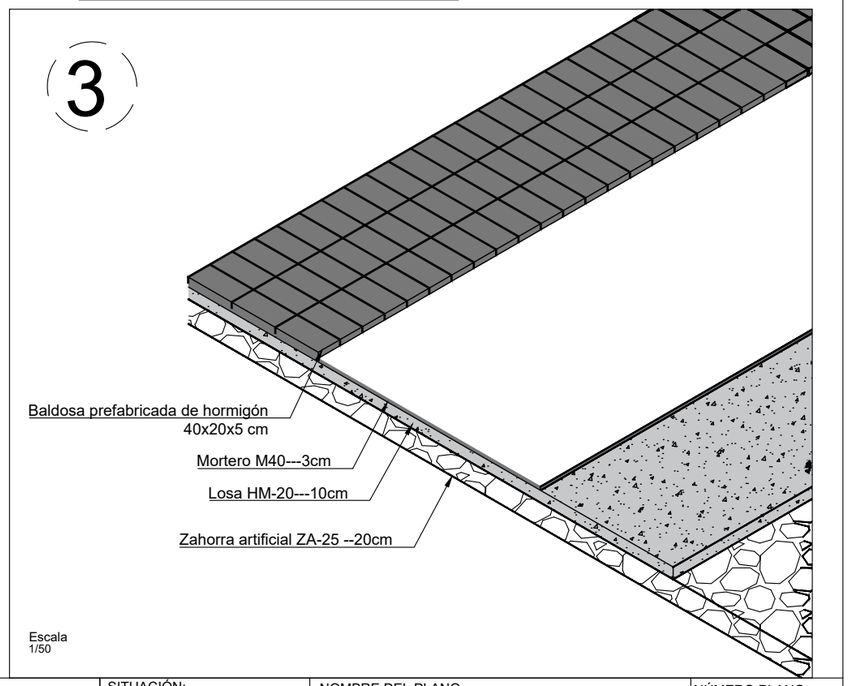
2



Escala
1/50

SECCIÓN TIPO PAVIMENTO ACERAS

3

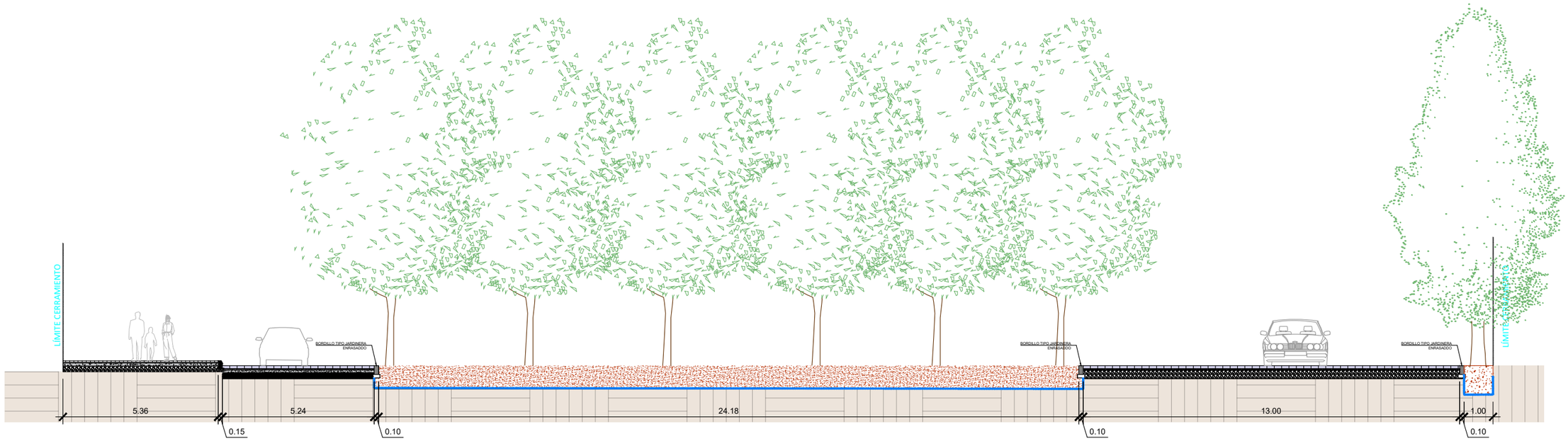


Escala
1/50

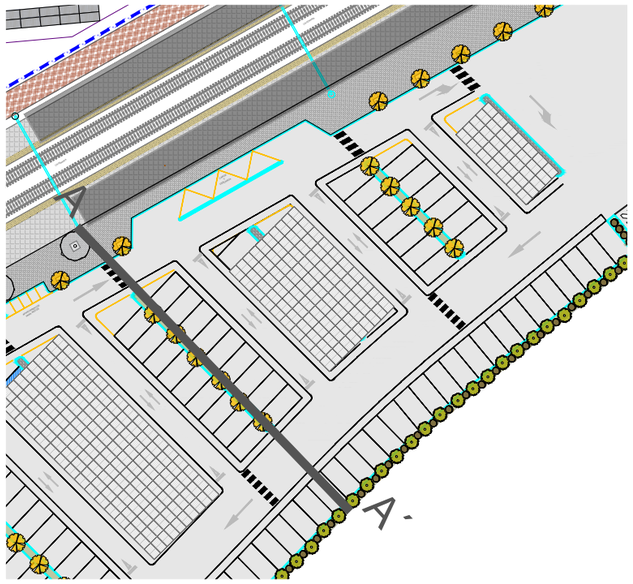
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benitez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra · NOMBRE DEL PLANO: SECCIONES TIPO DE PAVIMENTOS · NÚMERO PLANO: 7 HOJA 1 DE 2

SECCIÓN A-A´

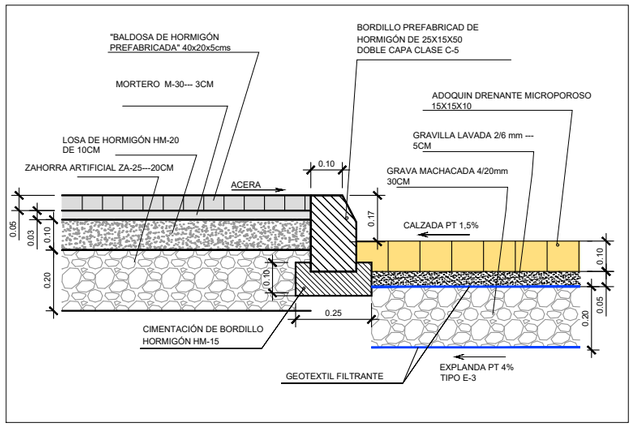
1/150



ACERA | CALZADA ADOQUIN DRENANTE REFORZADO | JARDINERA | CALZADA ADOQUIN DRENANTE | JARDINERA

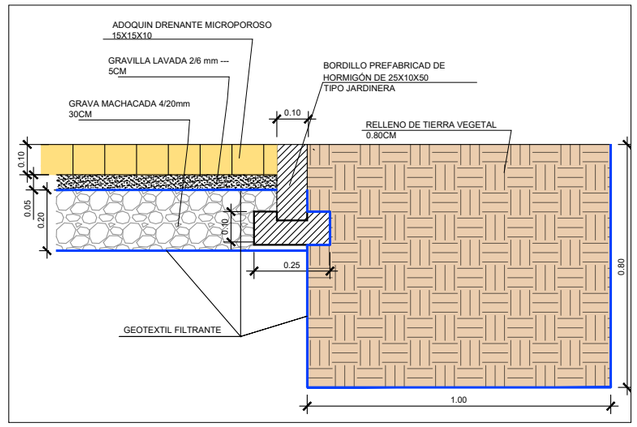


DETALLE ENCUENTRO PAVIMENTO DRENANTE CON ACERA



1/20

DETALLE ENCUENTRO PAVIMENTO DRENANTE CON JARDINERA



1/20

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: SECCIONES TIPO DE PAVIMENTOS	NÚMERO PLANO: 7
FECHA: DICIEMBRE 2025			HOJA 2 DE 2
NºEXP: OT24017			

LEYENDA

- APOYO ELECTRICIDAD
- RED DE ABASTECIMIENTO
- RED DE SANEAMIENTO
- TELEFÓNICA
- ELECTRICIDAD TRAMO BT TRENZADO
- ELECTRICIDAD TRAMO MT AEREO
- RED EMAYA RESIDUAL
- VODAFONE CANALIZACIÓN
- RED DE MEDIA TENSIÓN DE SFM
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

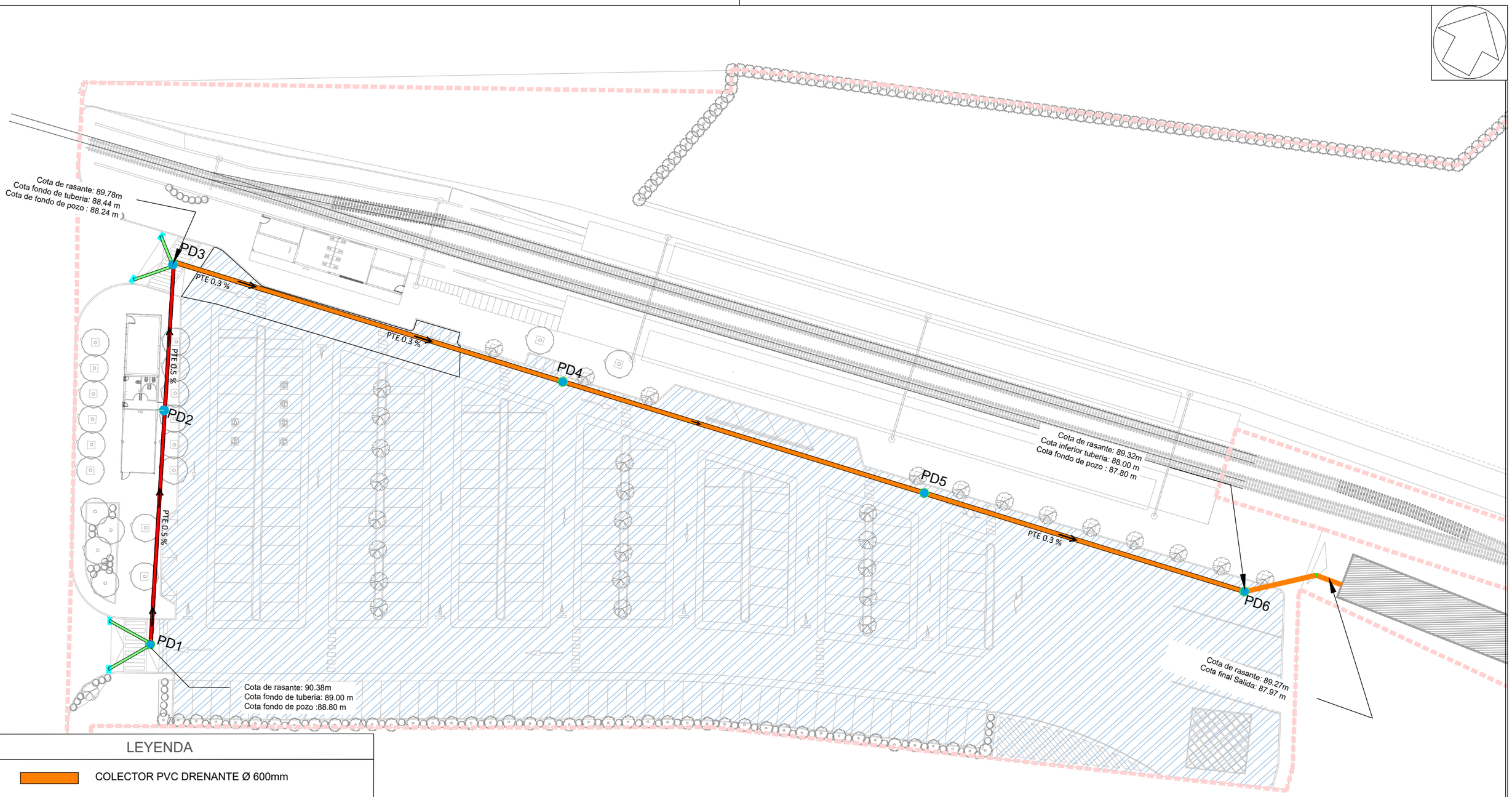
NOMBRE DEL PLANO:

REDES EXISTENTES

NÚMERO PLANO:

8

HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- COLECTOR PVC DRENANTE Ø 600mm
- COLECTOR PVC CORRUGADO Ø 315mm
- COLECTOR PVC CORRUGADO Ø 200mm
- POZO DE REGISTRO DE FÁBRICA
- IMBORNAL
- PAVIMENTO DRENANTE REFORZADO EN ACCESO
- PAVIMENTO DRENANTE
- BALSA DRENANTE 18.50X5X1,80 m

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

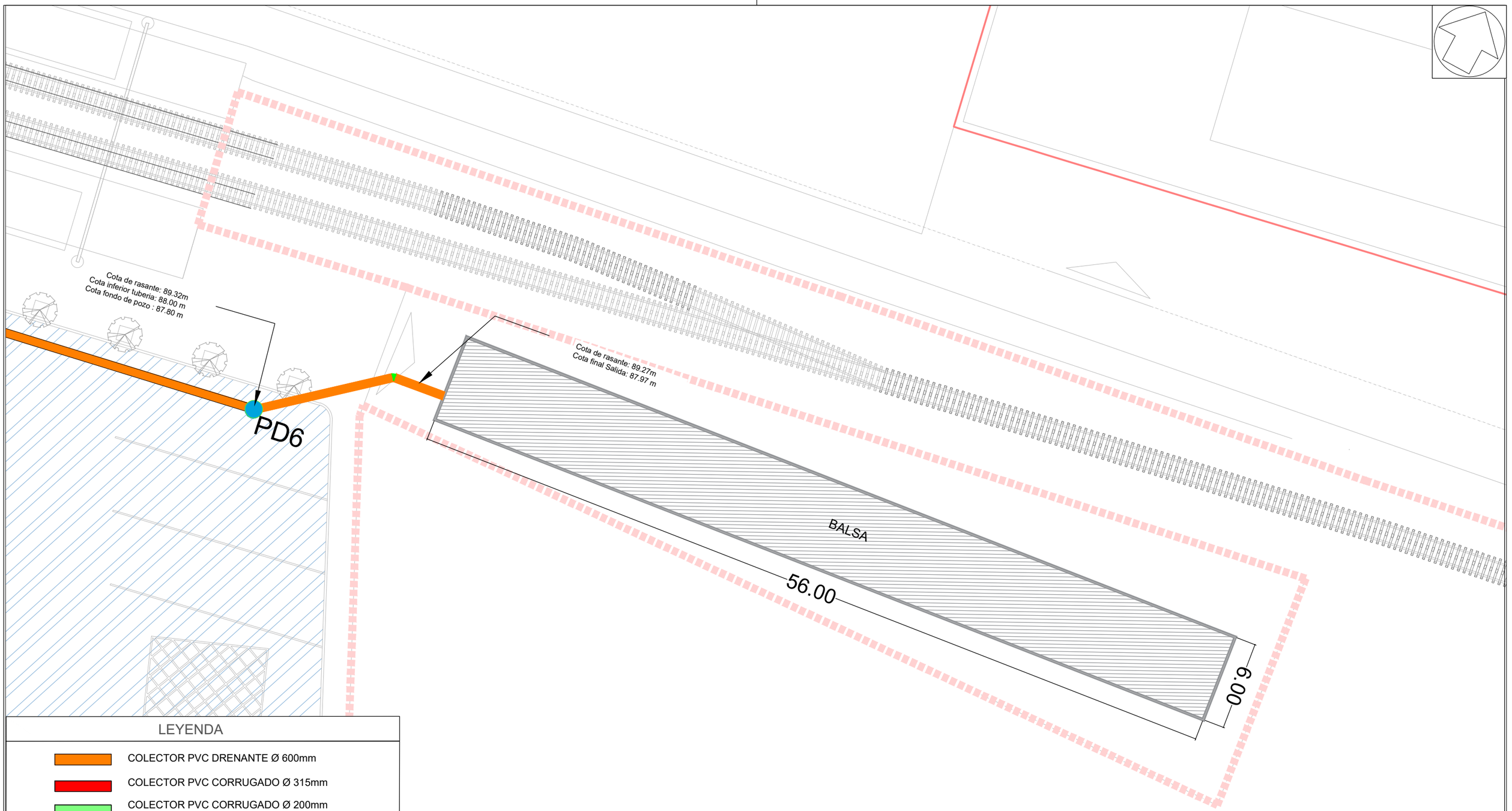
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE DRENAJE
PLANTA

NÚMERO PLANO:
9
HOJA 1 DE 3



LEYENDA

- COLECTOR PVC DRENANTE Ø 600mm
- COLECTOR PVC CORRUGADO Ø 315mm
- COLECTOR PVC CORRUGADO Ø 200mm
- POZO DE REGISTRO DE FÁBRICA
- IMBORNAL
- PAVIMENTO DRENANTE REFORZADO EN ACCESO
- PAVIMENTO DRENANTE
- BALSA DRENANTE 18.50X5X1,80 m

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

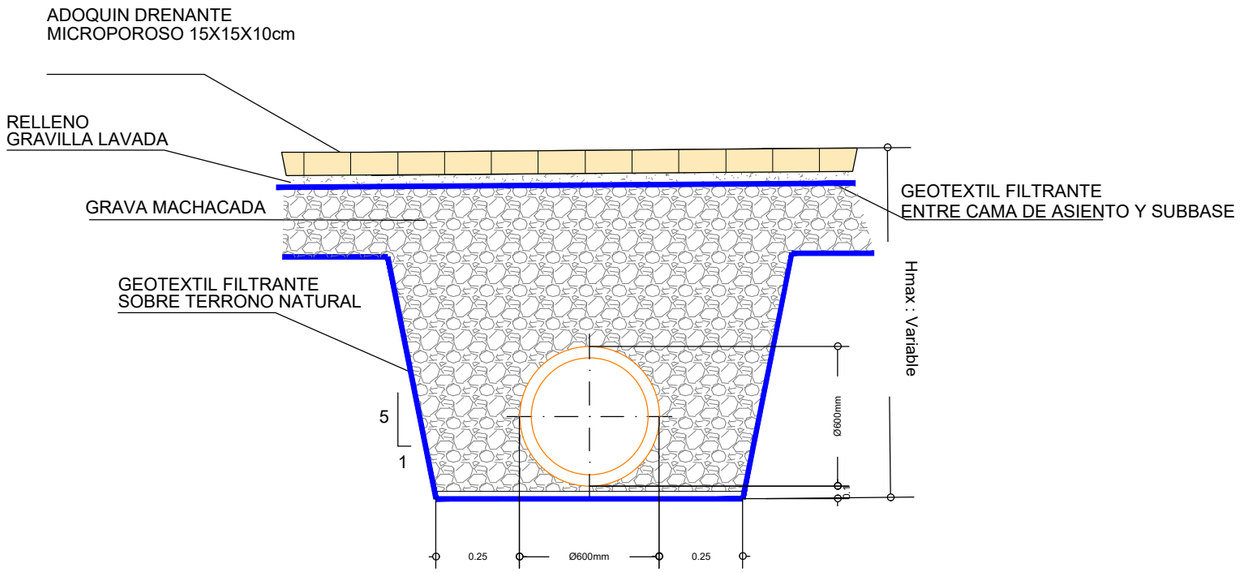
ESCALA A3: 1/250
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

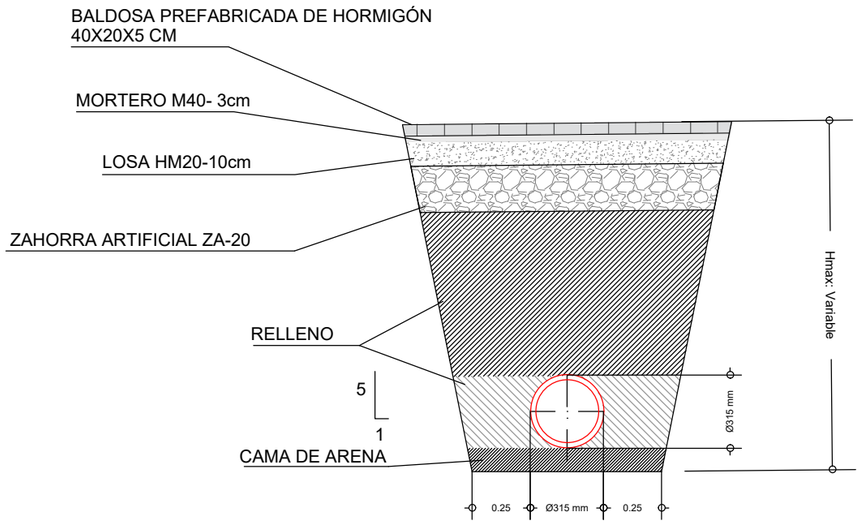
NOMBRE DEL PLANO:
RED DE DRENAJE
BALSA

NÚMERO PLANO:
9
HOJA 1 DE 3

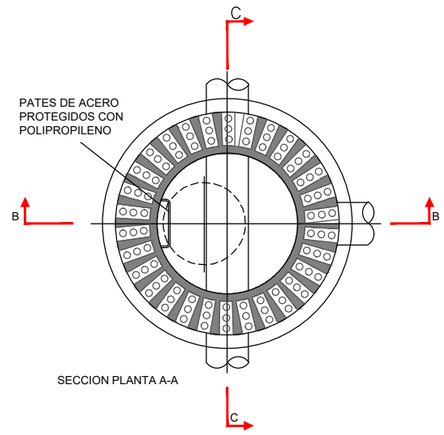
SECCIÓN TIPO ZANJA EN PARKING



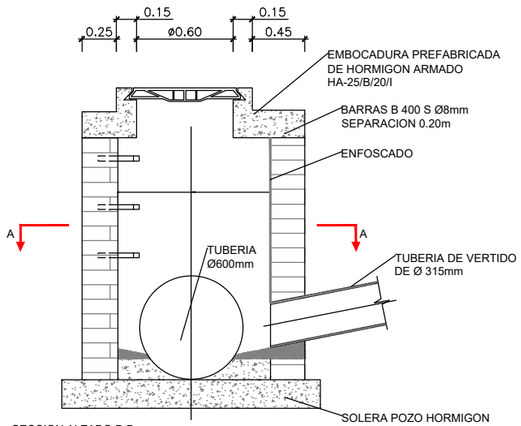
SECCIÓN TIPO ZANJA EN ACERA



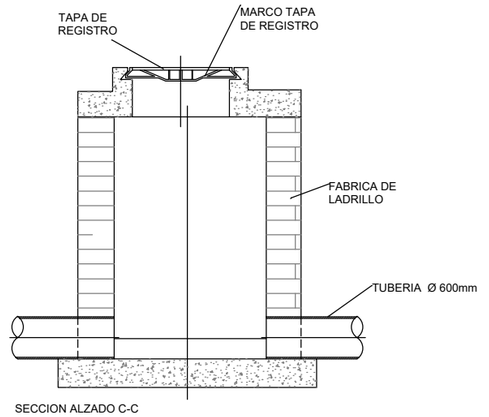
POZO DE REGISTRO P03



SECCION PLANTA A-A



SECCION ALZADO B-B



SECCION ALZADO C-C

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Martínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

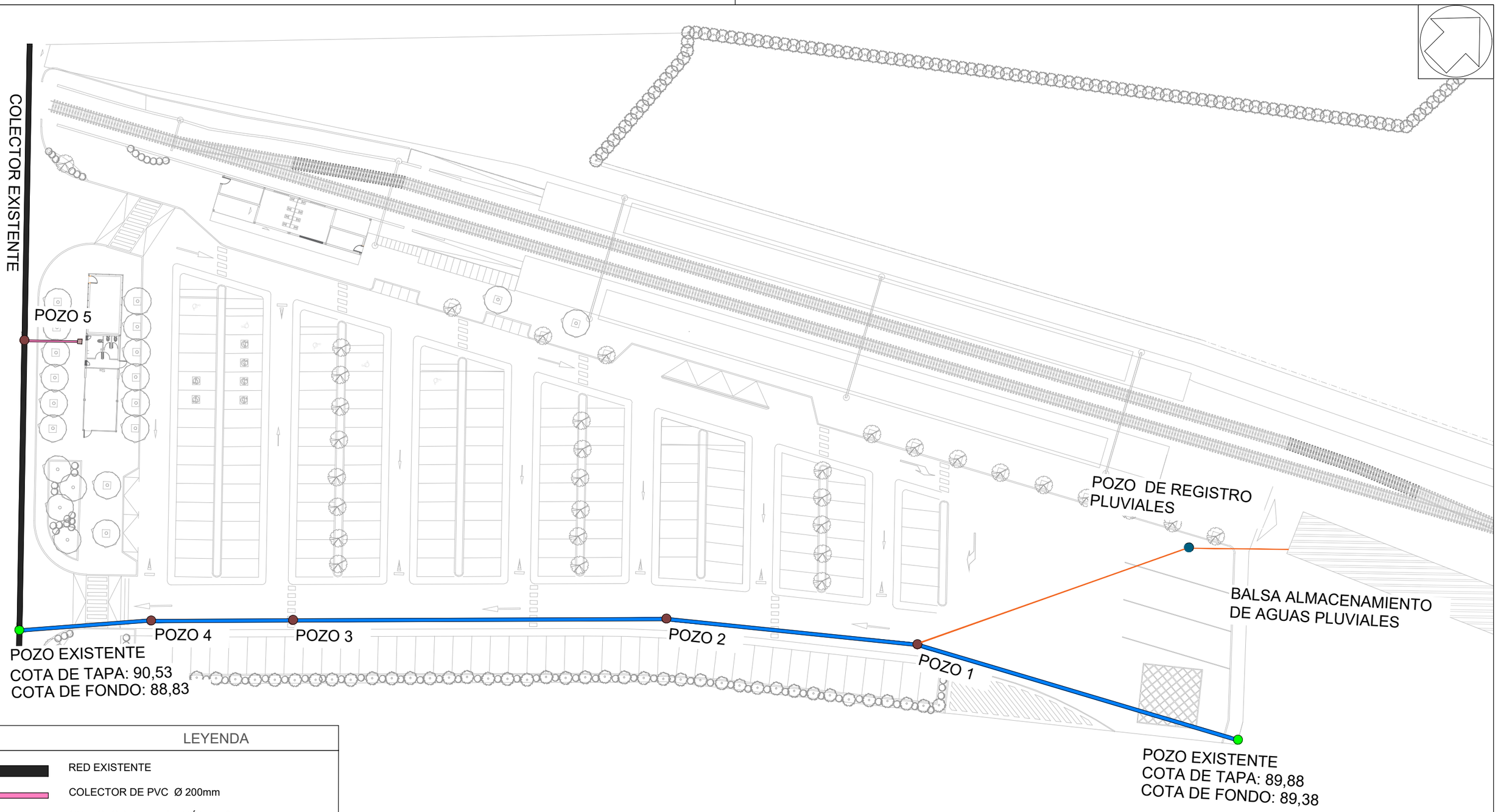
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE DRENAJE
DETALLES

NÚMERO PLANO:
9
HOJA 3 DE 3



LEYENDA

- RED EXISTENTE
- COLECTOR DE PVC Ø 200mm
- COLECTOR DE HORMIGÓN Ø 400mm
- COLECTOR DE PVC Ø 100 mm
- POZO DE REGISTRO DE FÁBRICA DE LADRILLO
- POZO DE CONEXIÓN EXISTENTE
- POZO DE RESGITRO DE PLUVIALES
- ARQUETA 40x40 cm
- BALSA 18,50x5,00x1,80 m

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500

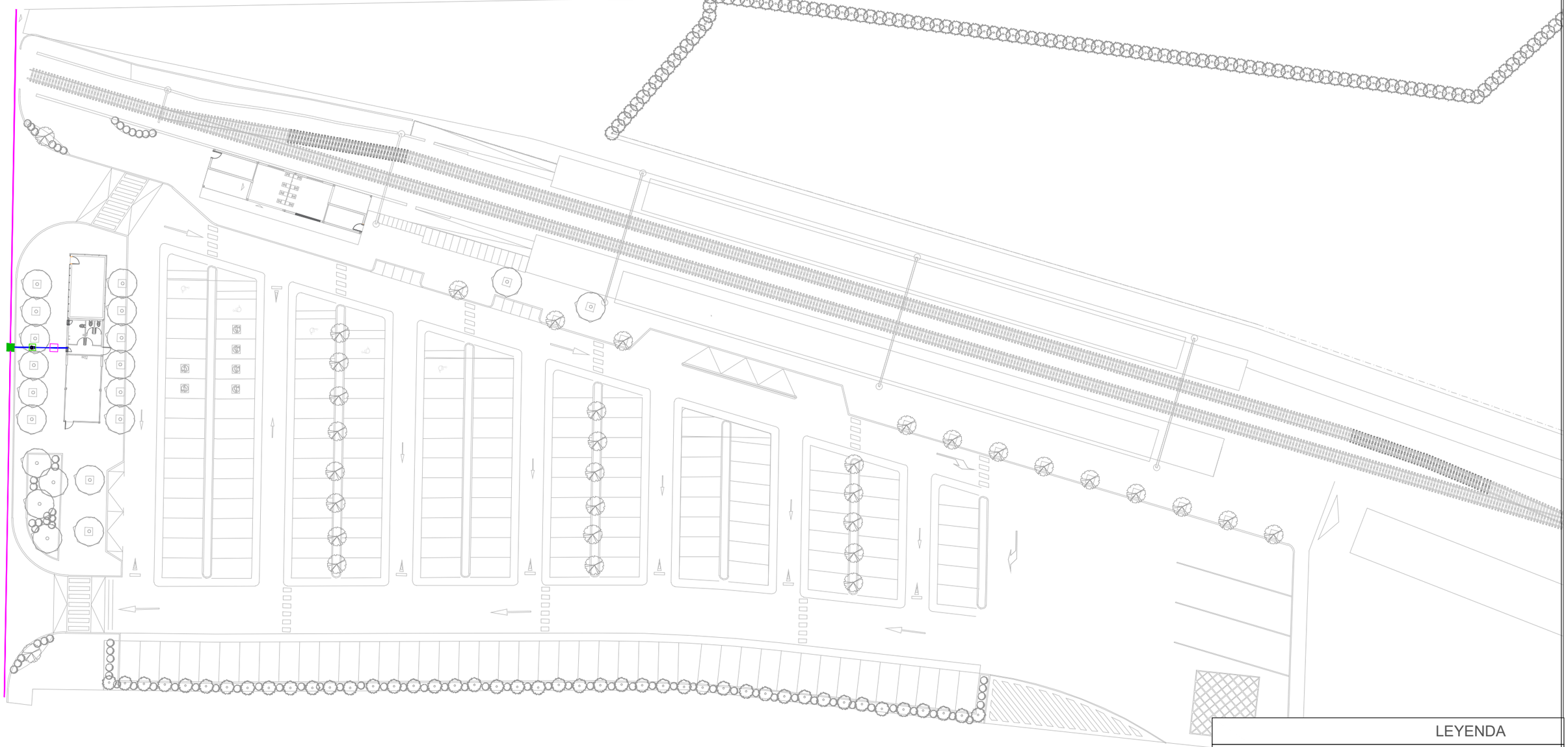
FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE SANEAMIENTO

NÚMERO PLANO:
10
HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- TUBERIA DE RED EXIXTENTE PE Ø63mm
- NUEVA TUBERIA PE Ø 63 mm
- TOMA DE AFS Y ACS
- ARQUETA CON CONTADOR
- ARQUETA DE DERIVACIÓN
- ARQUETA 40X40 CON VÁLVULA DE COMPUERTA

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

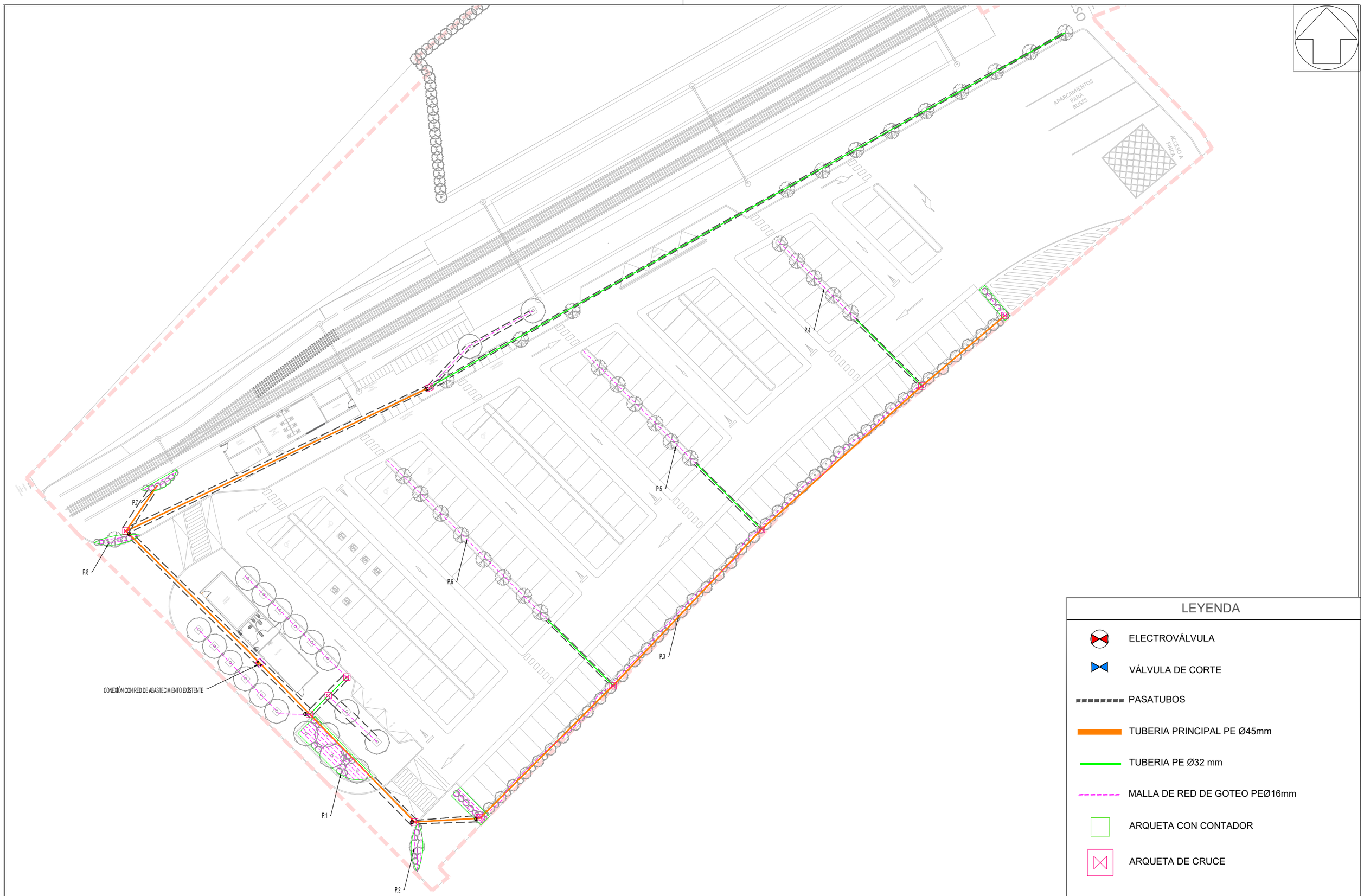
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE ABASTECIMINETO

NÚMERO PLANO:
11
HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- ELECTROVÁLVULA
- VÁLVULA DE CORTE
- PASATUBOS
- TUBERIA PRINCIPAL PE Ø45mm
- TUBERIA PE Ø32 mm
- MALLA DE RED DE GOTEO PEØ16mm
- ARQUETA CON CONTADOR
- ARQUETA DE CRUCE

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

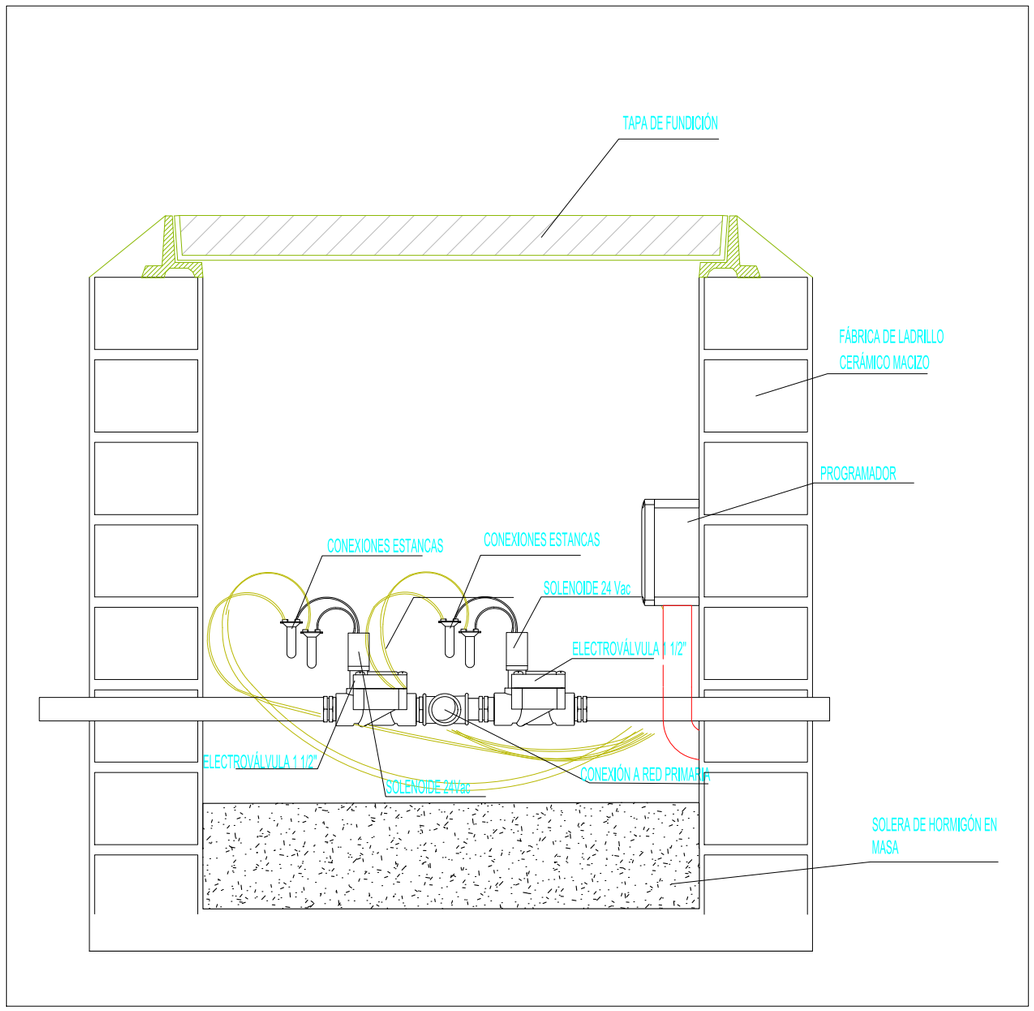
ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

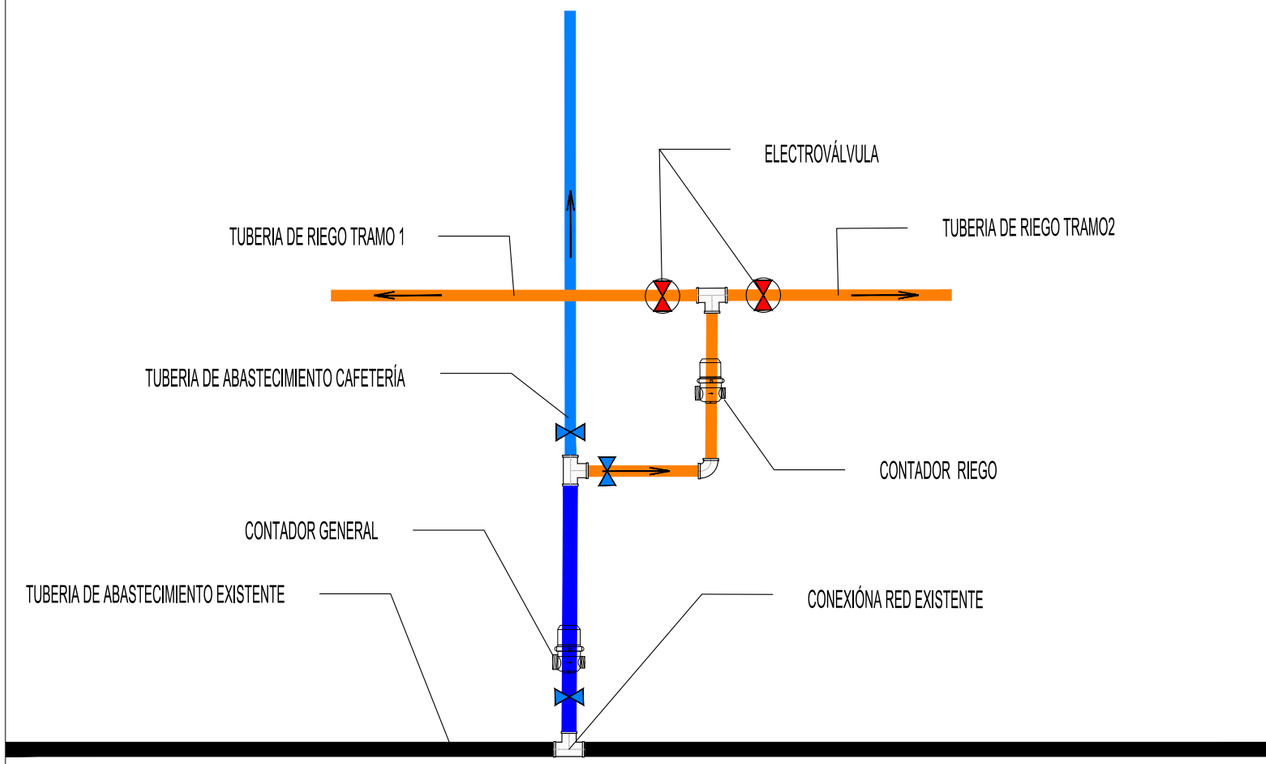
NOMBRE DEL PLANO:
RED DE RIEGO

NÚMERO PLANO:
12
HOJA 1 DE 2

DETALLE ARQUETA DE RIEGO



ESQUEMA DE CONTROL DE RIEGO



LEYENDA

- ELECTROVÁLVULA
- VÁLVULA DE CORTE
- TUBERIA DE RIEGO
- TUBERIA PRINCIPAL DE ABASTECIMINETO EXISTENTE
- TUBERIA ABASTECIEMIENTO CAFETERIA

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

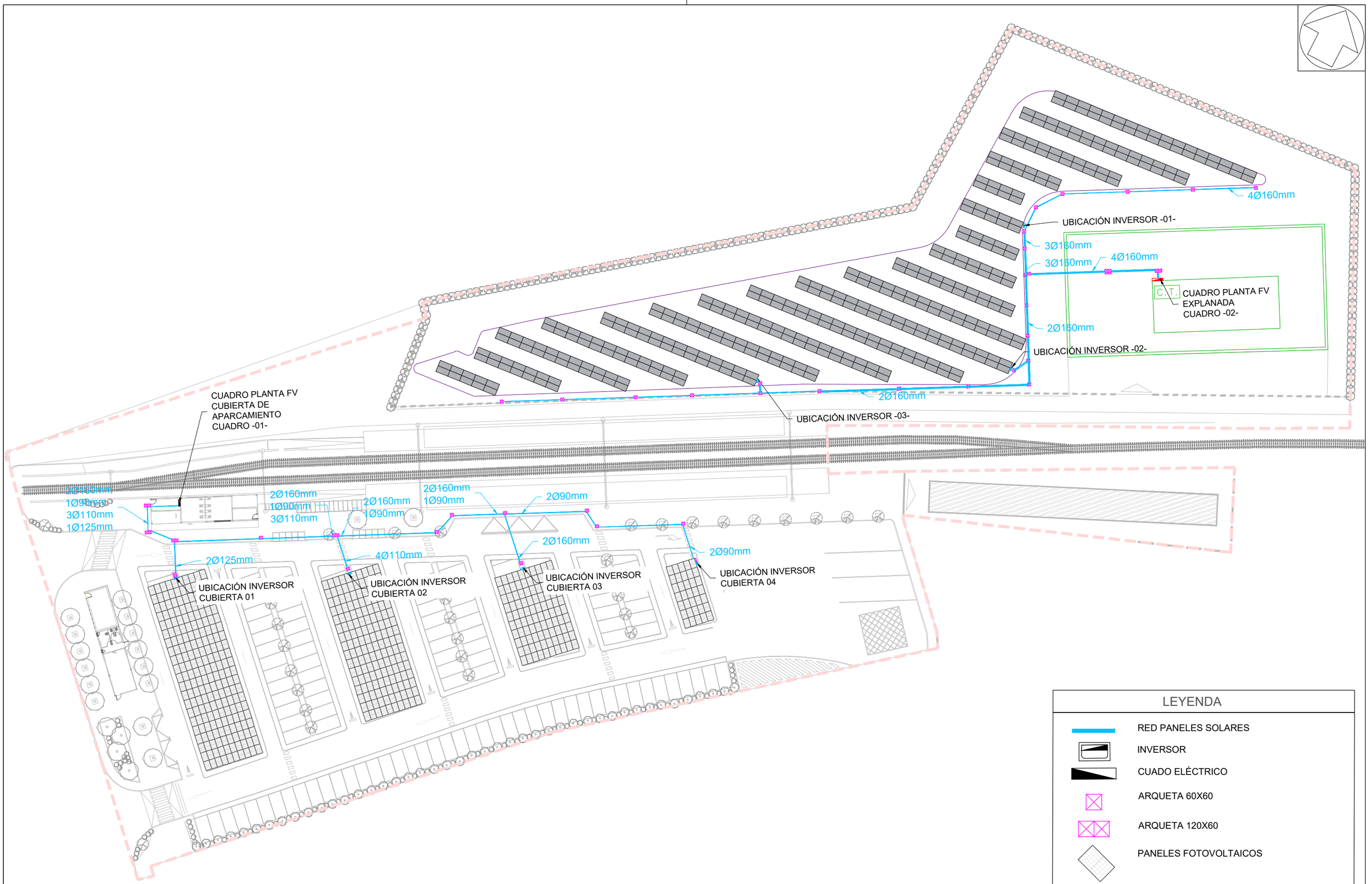
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VARIABLE
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
12
HOJA 2 DE 2



LEYENDA

- RED PANELES SOLARES
- INVERSOR
- CUADO ELÉCTRICO
- ARQUETA 60X60
- ARQUETA 120X60
- PANELES FOTOVOLTAICOS

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

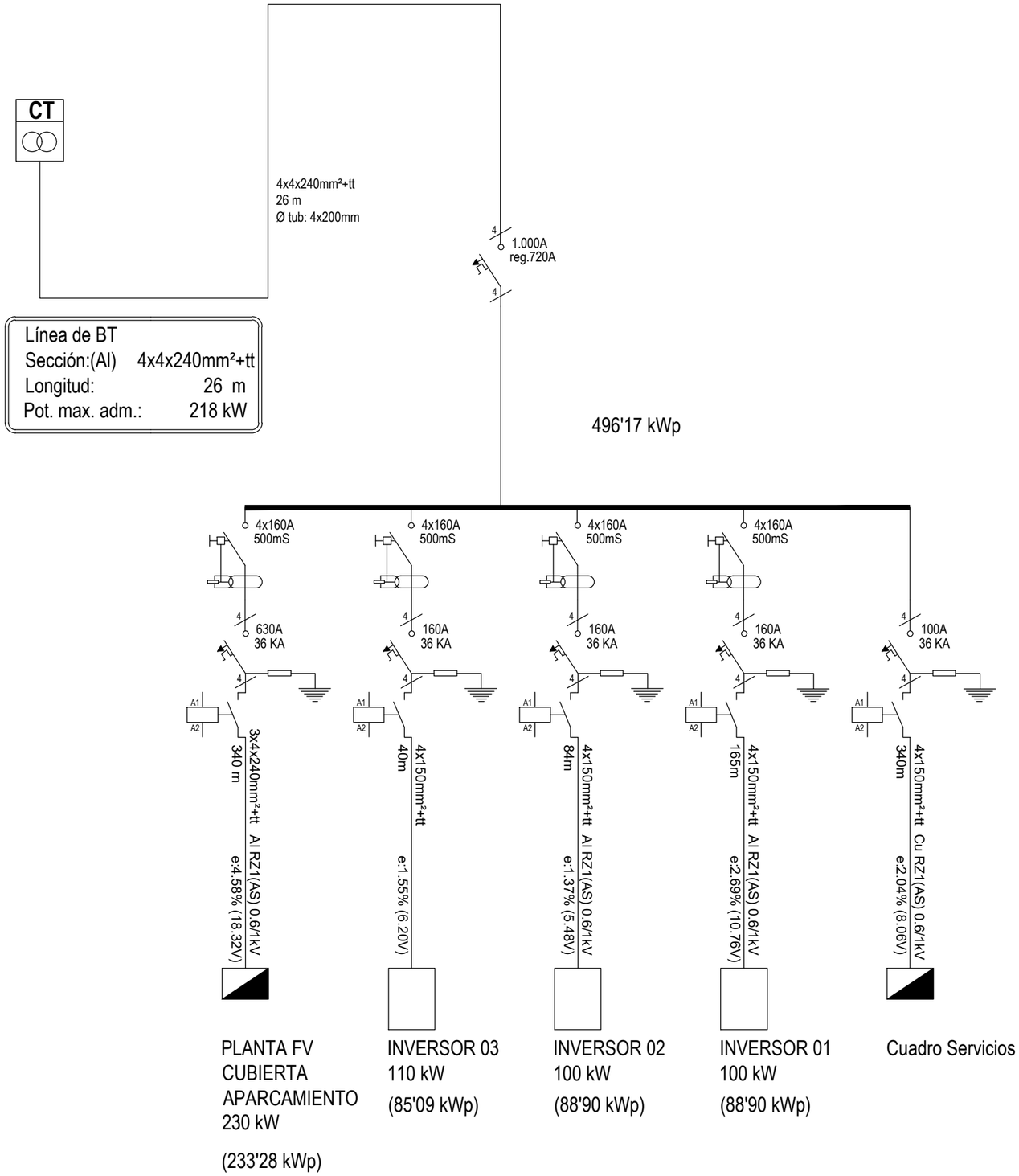
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

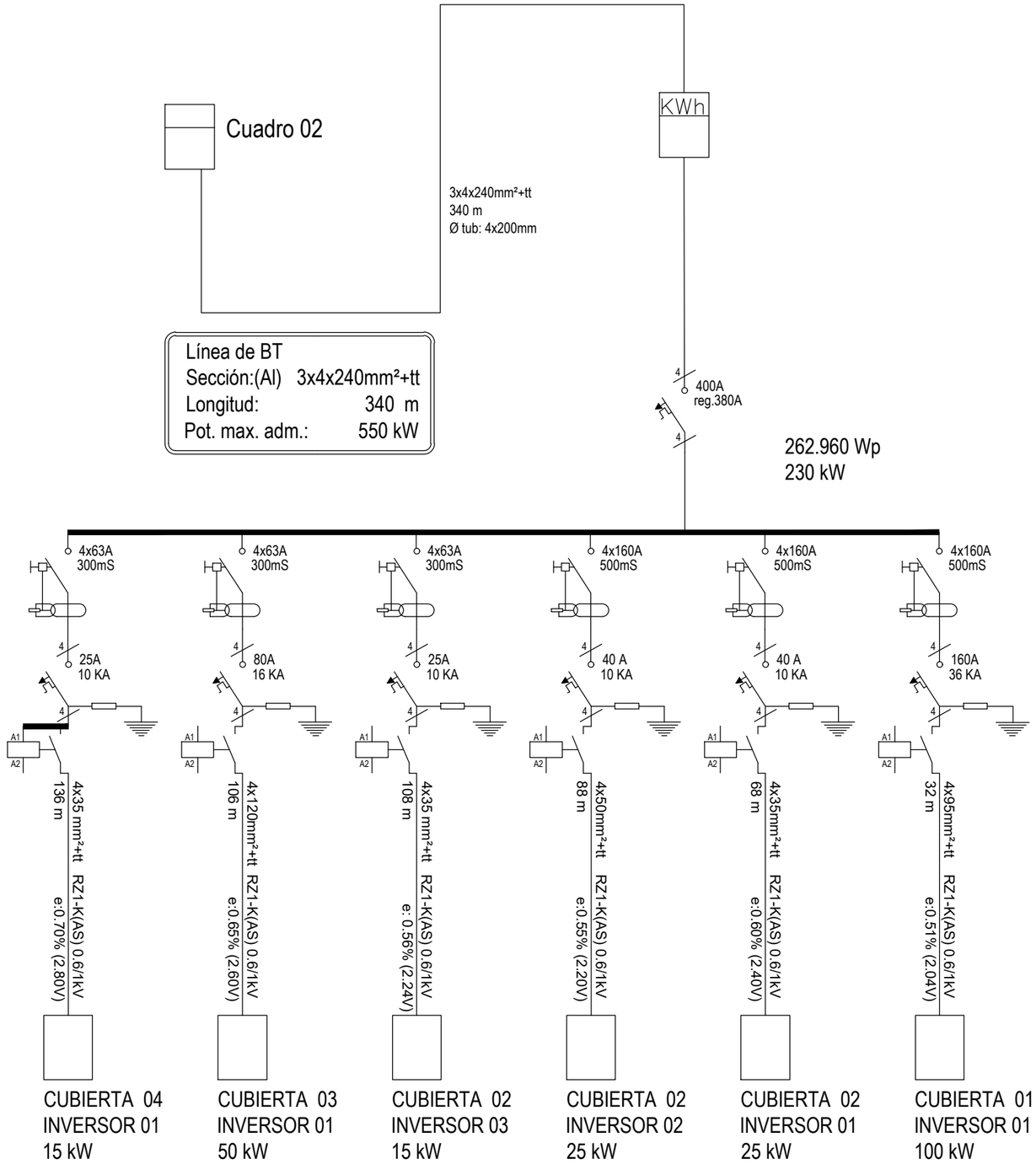
NOMBRE DEL PLANO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
PLANTA

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 1 DE 9



ESQUEMA CUADRO 01

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD — Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMA CUADRO 01	NÚMERO PLANO: 13 HOJA 2 DE 9



ESQUEMA CUADRO 02

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

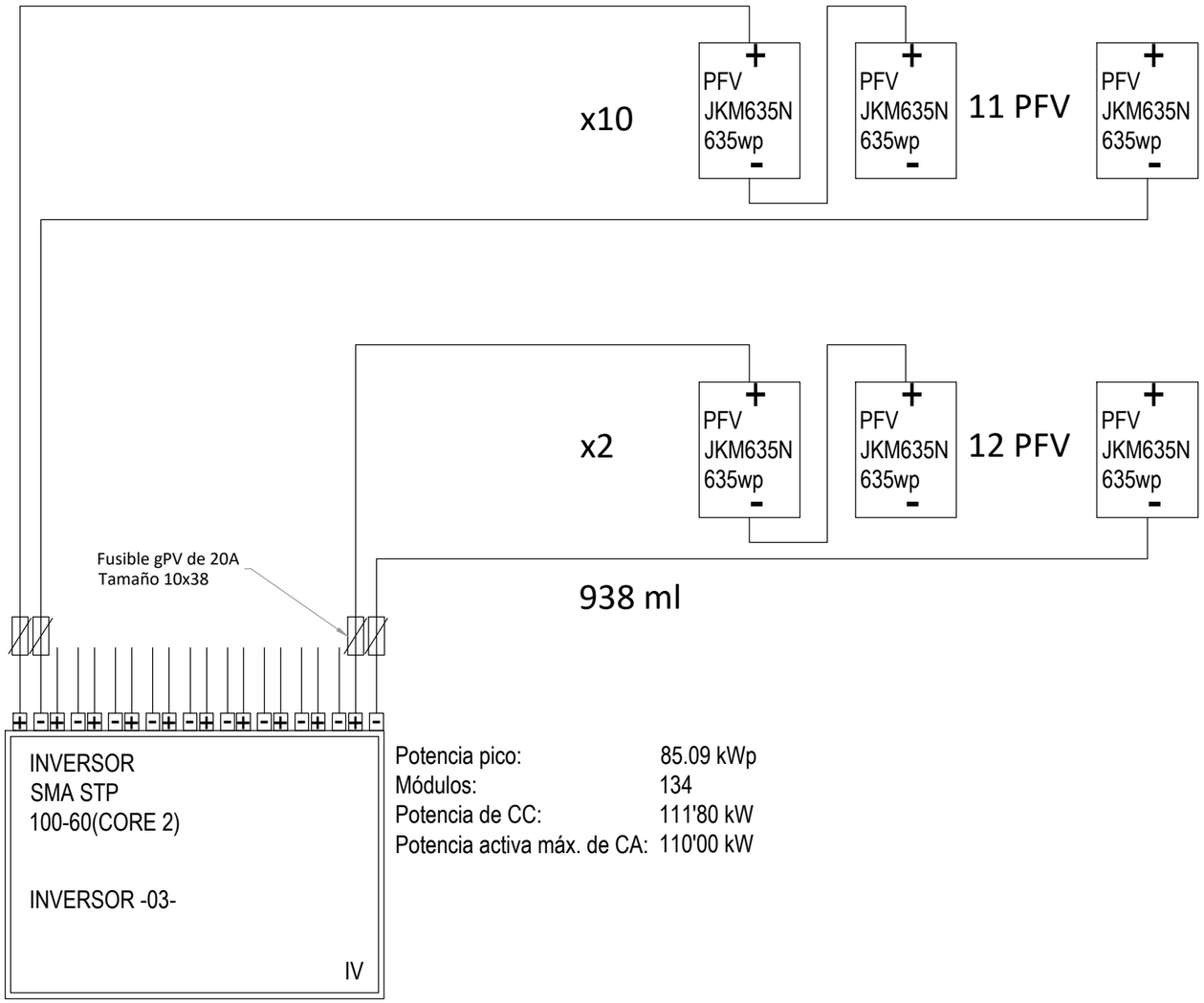
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA CUADRO 02

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 3 DE 9



Potencia pico:	6'99 kWp
Tensión CCmin Inversor :	200 V
Tensión fotovotaica normal:	494 V
Tensión mín:	469 V
Tensión fotovoltaica max. :	663 V
Corriente máx. generador:	13'40 A
Corriente max. de cortocircuito FV:	14'0 A

Potencia pico:	7'62 kWp
Tensión CCmin Inversor :	200 V
Tensión fotovotaica normal:	539 V
Tensión mín:	512 V
Tensión fotovoltaica max. :	724 V
Corriente máx. generador:	13'40 A
Corriente max. de cortocircuito FV:	14'00 A

Potencia pico:	85.09 kWp
Módulos:	134
Potencia de CC:	111'80 kW
Potencia activa máx. de CA:	110'00 kW

ESQUEMA PLANTA 1 Inv

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

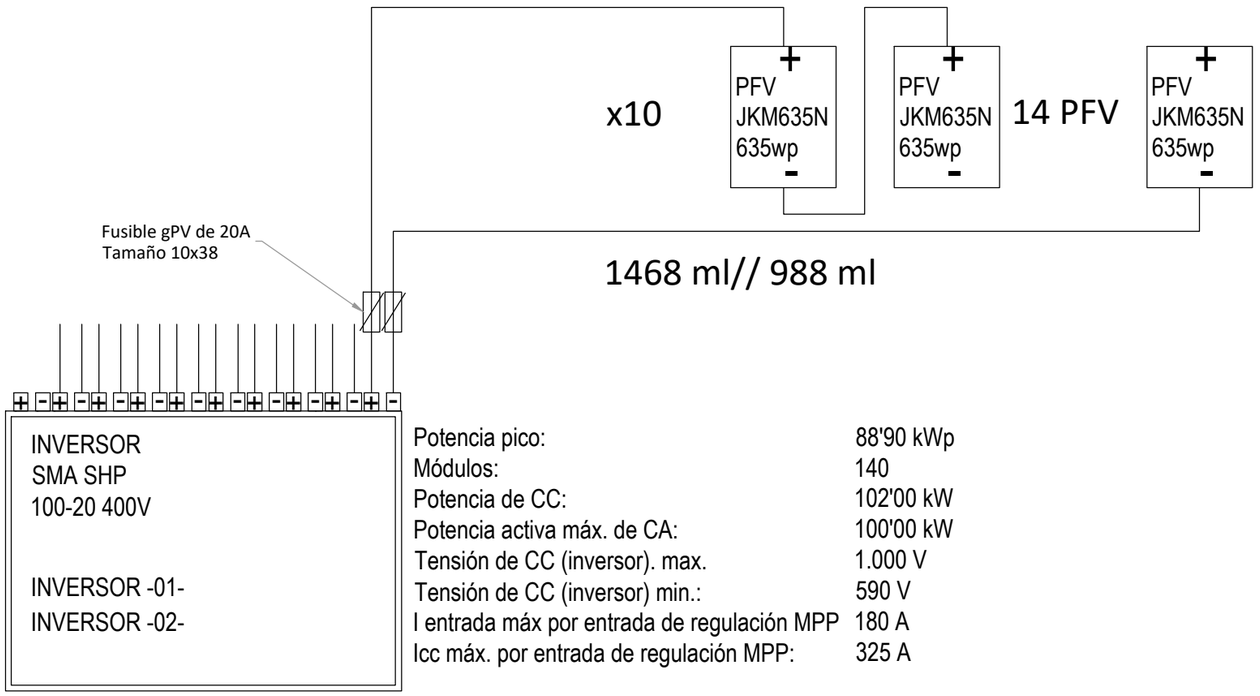
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA PLANTA 1 INV

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 4 DE 9



Potencia pico:	8'89kWp
Tensión fotovotaica normal:	629 V
Tensión mín:	597
Tensión fotovoltaica max. :	844 V
Corriente máx. generador:	13'40 A
Corriente max. de cortocircuito FV:	14'00 A

Potencia pico:	88'90 kWp
Módulos:	140
Potencia de CC:	102'00 kW
Potencia activa máx. de CA:	100'00 kW
Tensión de CC (inversor). max.	1.000 V
Tensión de CC (inversor) min.:	590 V
I entrada máx por entrada de regulación MPP	180 A
Icc máx. por entrada de regulación MPP:	325 A

ESQUEMA PLANTA 2 Inv

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

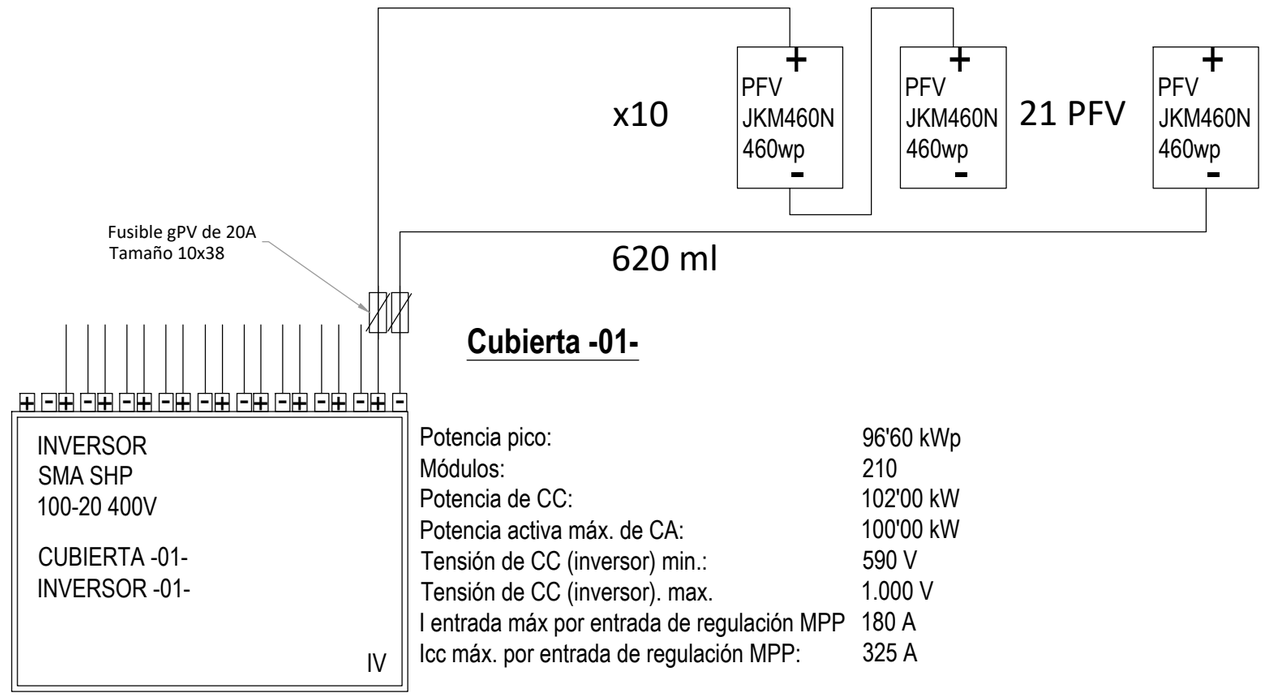
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA PLANTA 2 INV

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 5 DE 9



Potencia pico:	9'66 kWp
Tensión fotovotaica normal:	625 V
Tensión mín:	581 V
Tensión fotovoltaica max. :	895 V
Corriente máx. generador:	13'69A
Corriente max. de cortocircuito FV:	14'14 A

Potencia pico:	96'60 kWp
Módulos:	210
Potencia de CC:	102'00 kW
Potencia activa máx. de CA:	100'00 kW
Tensión de CC (inversor) min.:	590 V
Tensión de CC (inversor). max.	1.000 V
I entrada máx por entrada de regulación MPP	180 A
Icc máx. por entrada de regulación MPP:	325 A

ESQUEMA CUBIERTA 01

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

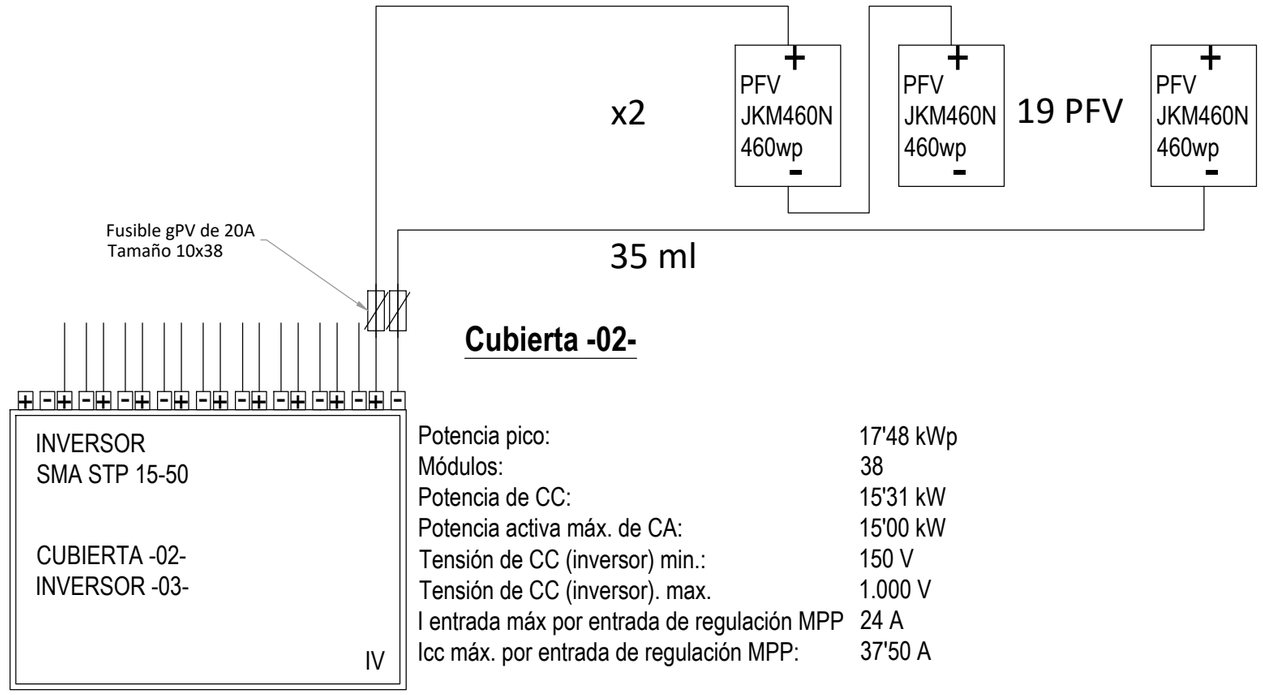
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA CUBIERTA 01

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 6 DE 9



Potencia pico:	8'74 kWp
Tensión fotovotaica normal:	566 V
Tensión mín:	526 V
Tensión fotovoltaica max. :	810 V
Corriente máx. generador:	13'69A
Corriente max. de cortocircuito FV:	14'14 A

Cubierta -02-

Potencia pico:	17'48 kWp
Módulos:	38
Potencia de CC:	15'31 kW
Potencia activa máx. de CA:	15'00 kW
Tensión de CC (inversor) min.:	150 V
Tensión de CC (inversor). max.	1.000 V
I entrada máx por entrada de regulación MPP	24 A
Icc máx. por entrada de regulación MPP:	37'50 A

ESQUEMA CUBIERTA 02

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

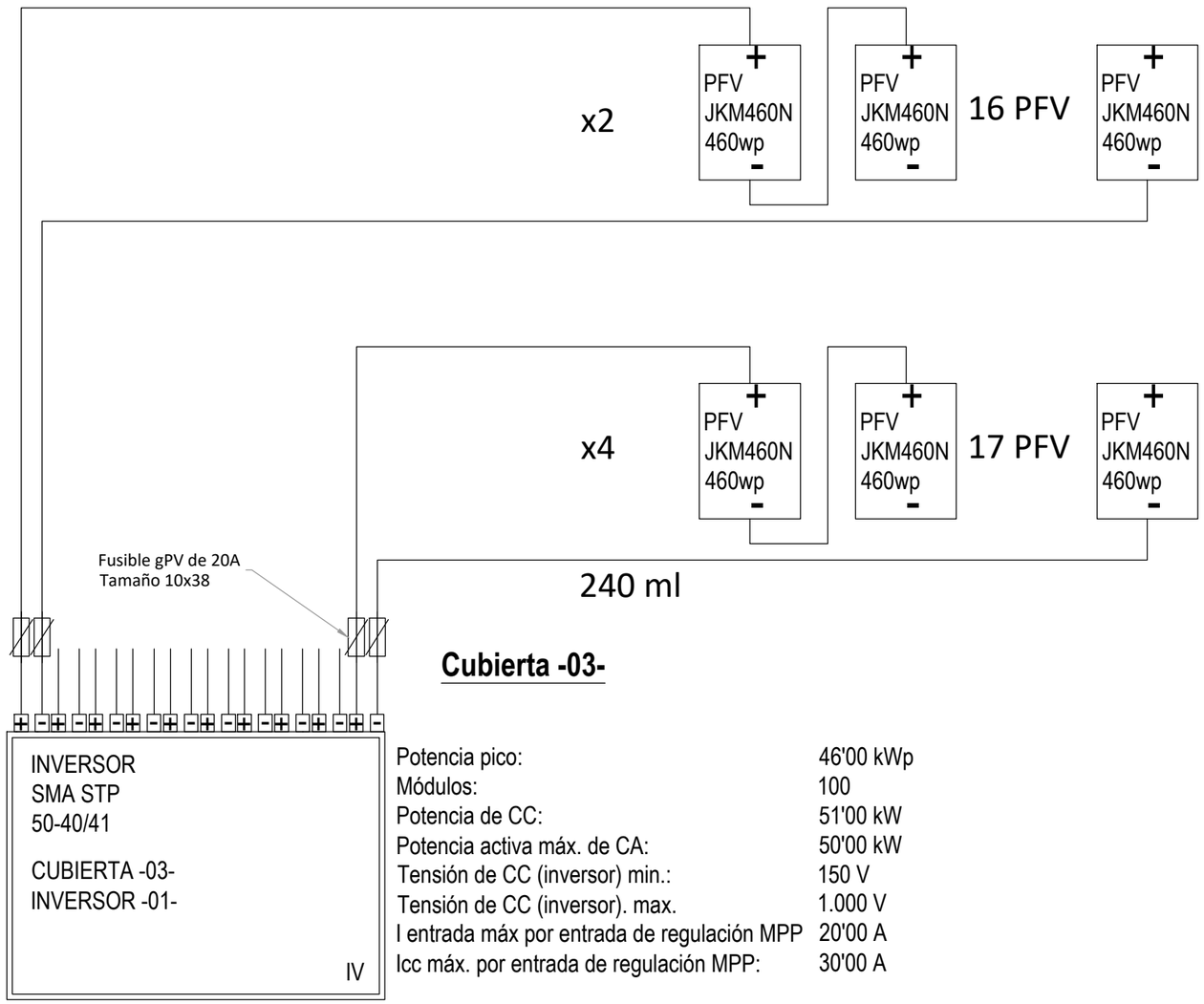
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA CUBIERTA 02

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 7 DE 9



Potencia pico: 7'36 kWp
Tensión fotovotaica normal: 477 V
Tensión mín: 443 V
Tensión fotovoltaica max. : 682 V
Corriente máx. generador: 13'69A
Corriente max. de cortocircuito FV: 14'14 A

Potencia pico: 7'82 kWp
Tensión fotovotaica normal: 506 V
Tensión mín: 470 V
Tensión fotovoltaica max. : 724 V
Corriente máx. generador: 13'69A
Corriente max. de cortocircuito FV: 14'14 A

Cubierta -03-

Potencia pico:	46'00 kWp
Módulos:	100
Potencia de CC:	51'00 kW
Potencia activa máx. de CA:	50'00 kW
Tensión de CC (inversor) min.:	150 V
Tensión de CC (inversor). max.	1.000 V
I entrada máx por entrada de regulación MPP	20'00 A
Icc máx. por entrada de regulación MPP:	30'00 A

ESQUEMA CUBIERTA 03

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

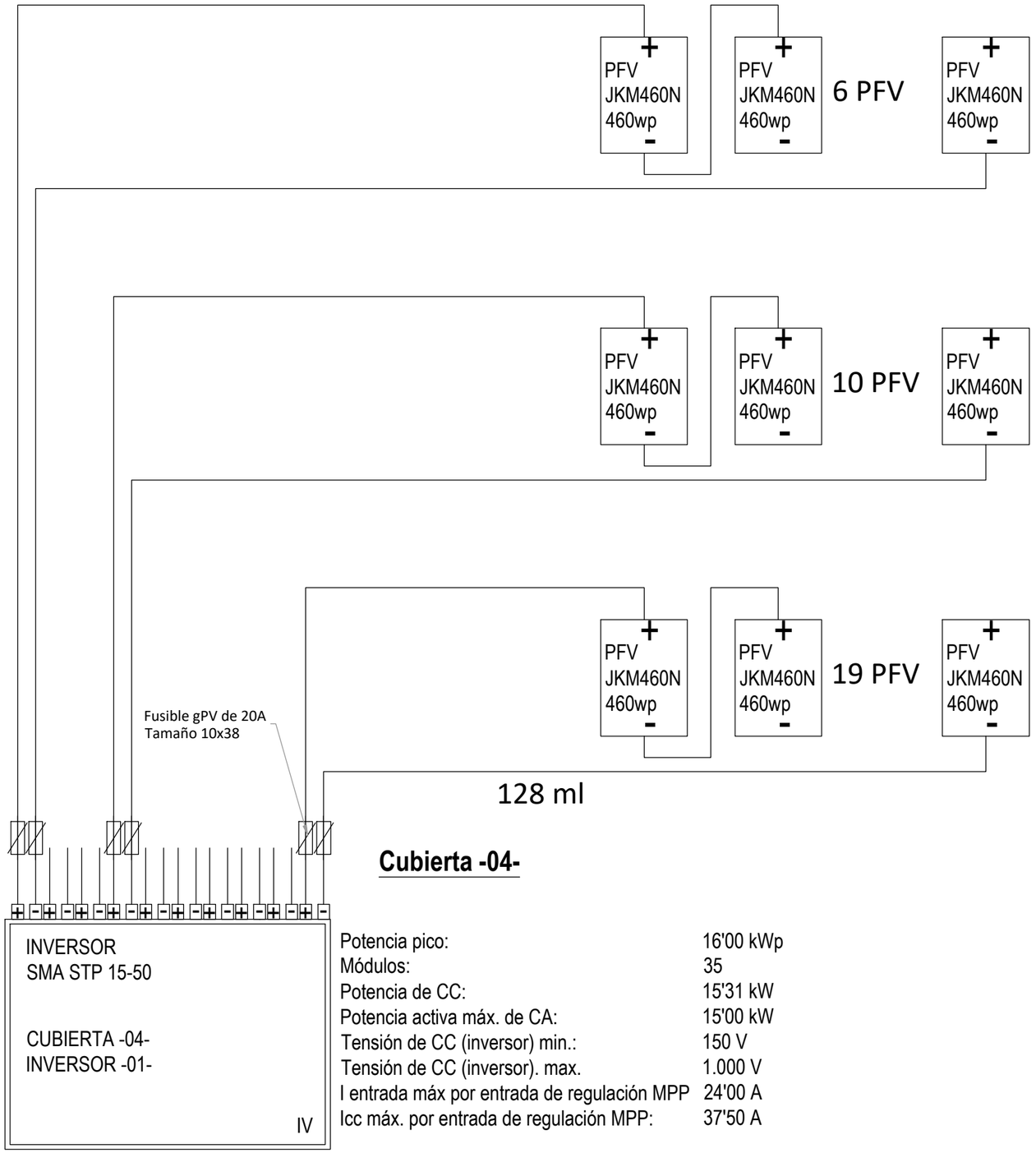
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMA CUBIERTA 03

NÚMERO PLANO:
13
HOJA 8 DE 9



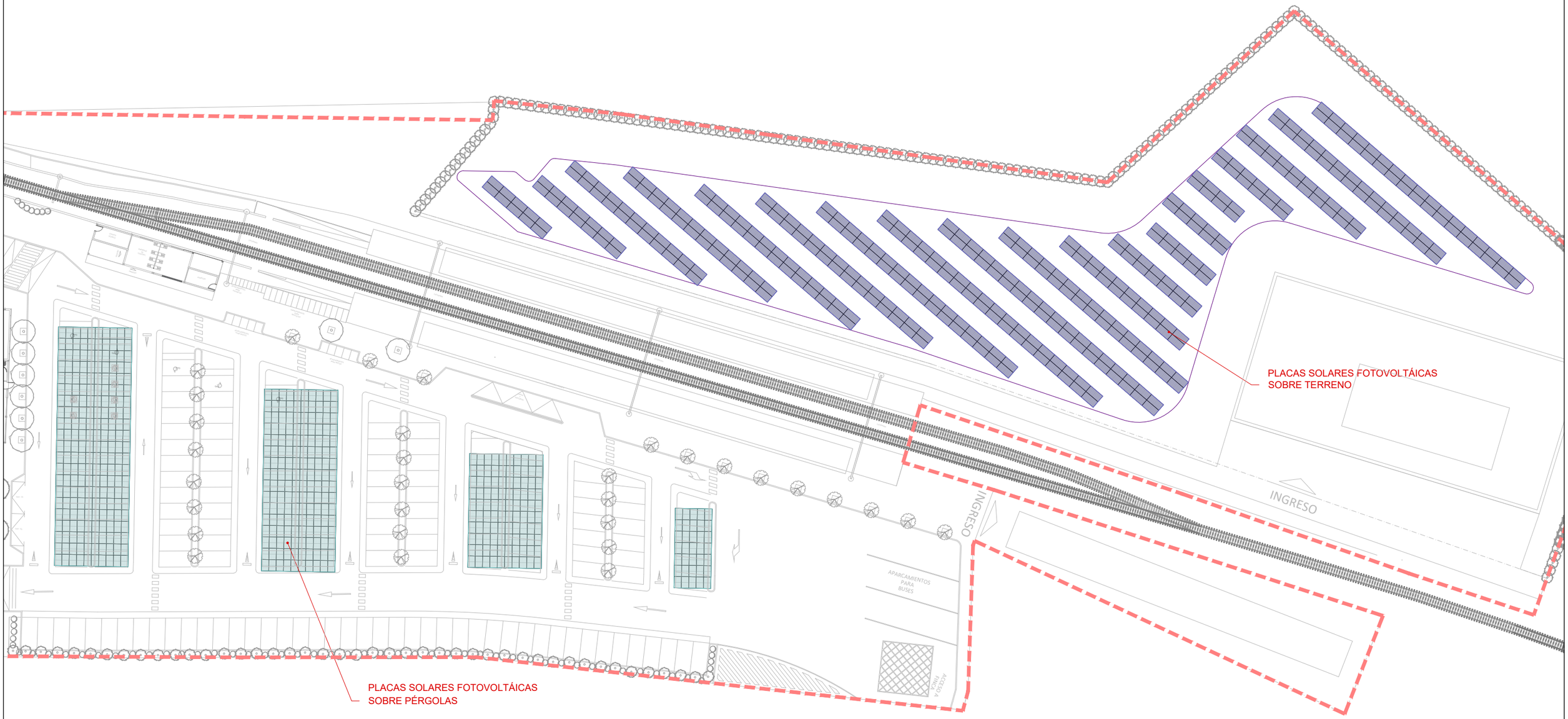
Cubierta -04-

Potencia pico:	16'00 kWp
Módulos:	35
Potencia de CC:	15'31 kW
Potencia activa máx. de CA:	15'00 kW
Tensión de CC (inversor) min.:	150 V
Tensión de CC (inversor). max.	1.000 V
I entrada máx por entrada de regulación MPP	24'00 A
Icc máx. por entrada de regulación MPP:	37'50 A

ESQUEMA CUBIERTA 4

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMA CUBIERTA 04	NÚMERO PLANO: 13 HOJA 9 DE 9

REPLANTEO DE PLACAS FOTOVOLTÁICAS
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/600



LEYENDA		
	PLACA SOLAR SOBRE TERRENO (1.15 x 2.50 m)	414 ud.
	PLACA SOLAR SOBRE PÉRGOLAS (1.15 x 1.78 m)	505 ud.

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

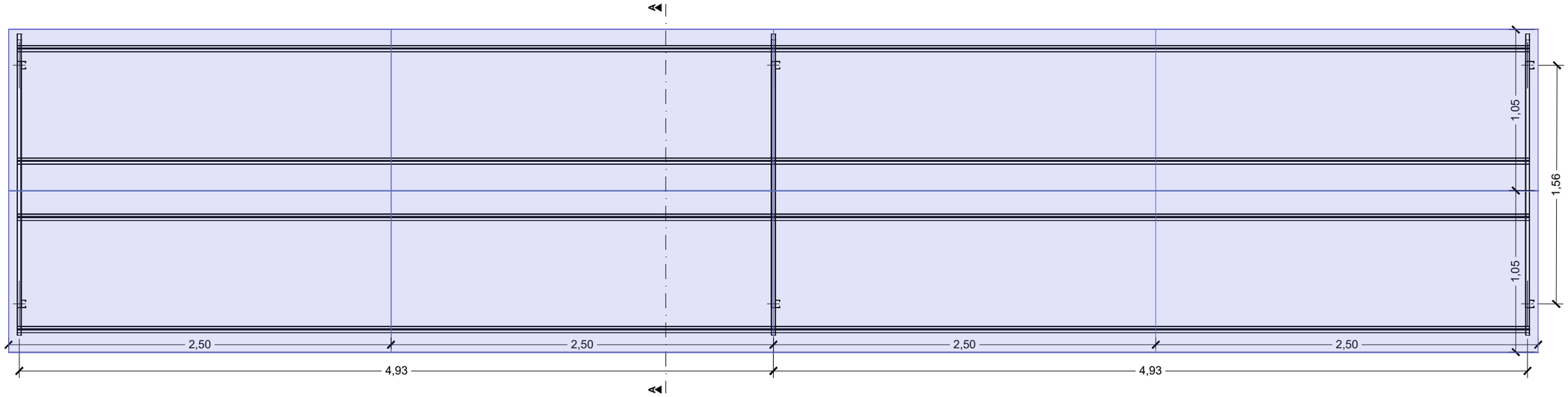
ESCALA A3: 1/600
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

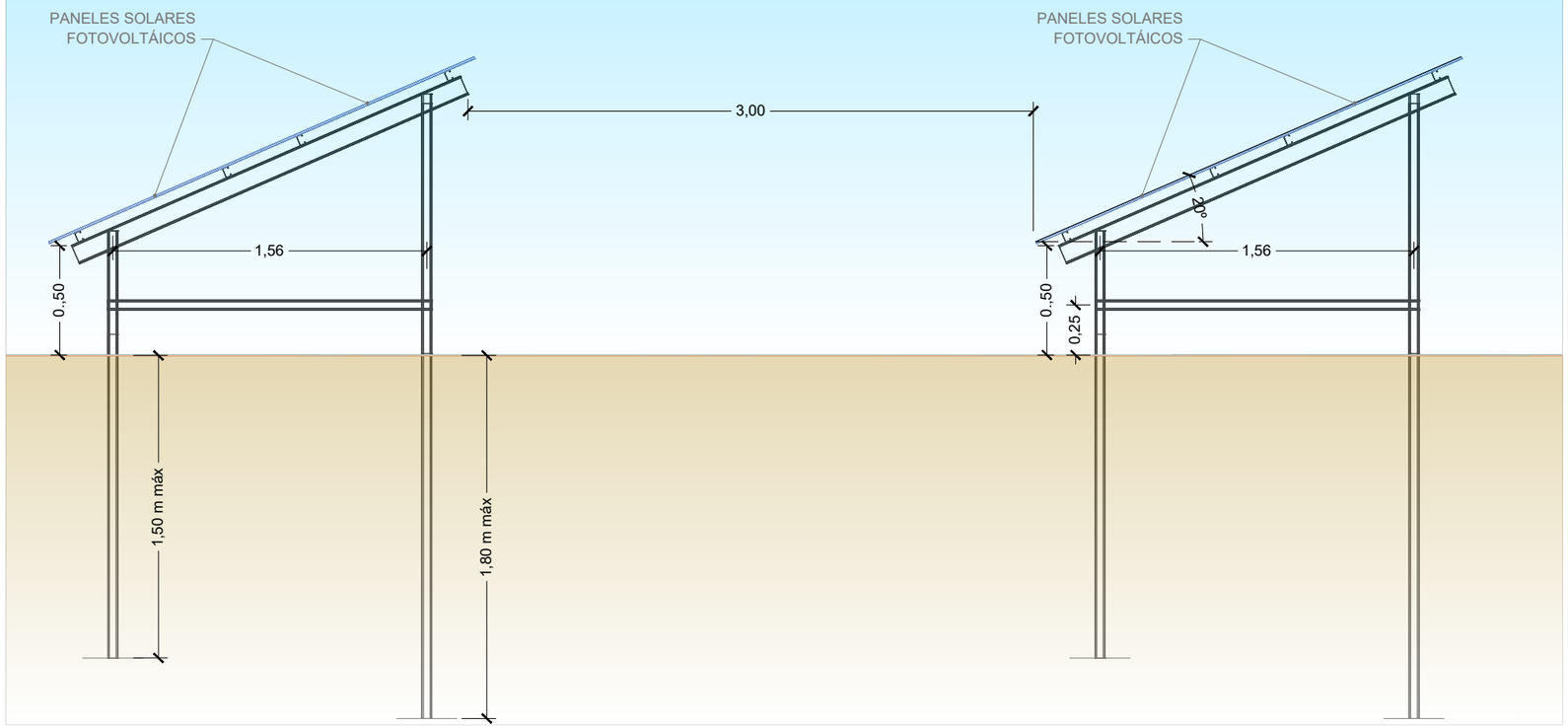
NOMBRE DEL PLANO:
REPLANTÉO DE PLACAS FOTOVOLTÁICAS
PLANTA GENERAL

NÚMERO PLANO:
13.2
HOJA 1 DE 2

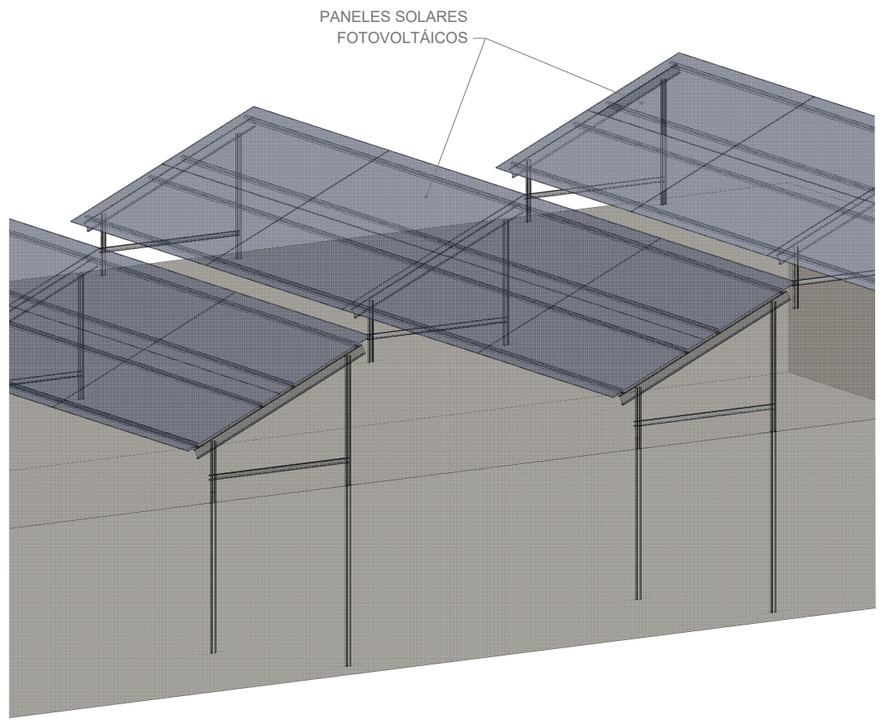
PLANTA
ESCALA 1/30



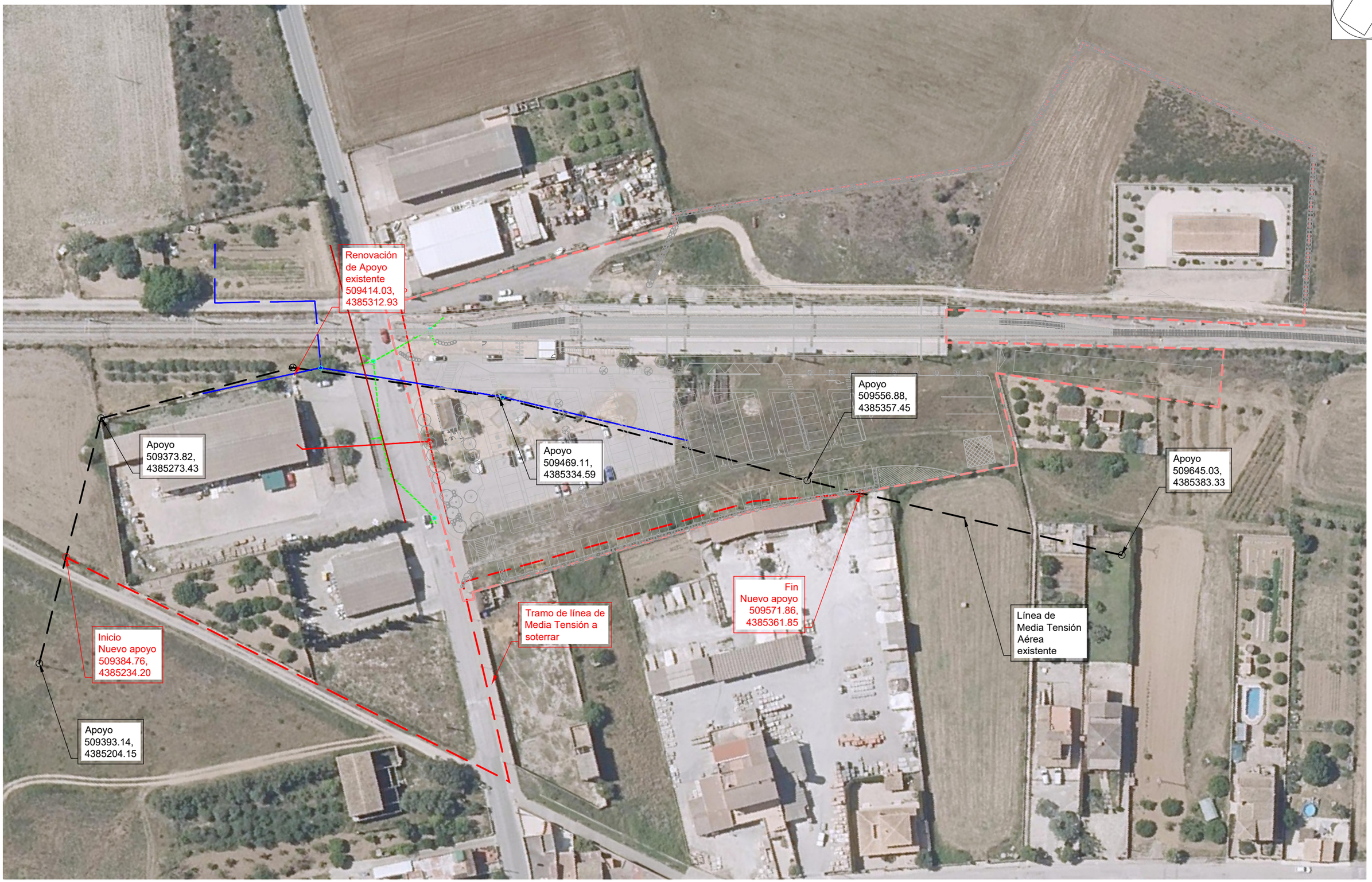
SECCIÓN A-A
ESCALA 1/30



ISOMETRÍA
ESCALA S/E



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA DE PLACAS FOTOVOLTÁICAS DETALLE	NÚMERO PLANO: 13.2 HOJA 2 DE 2



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

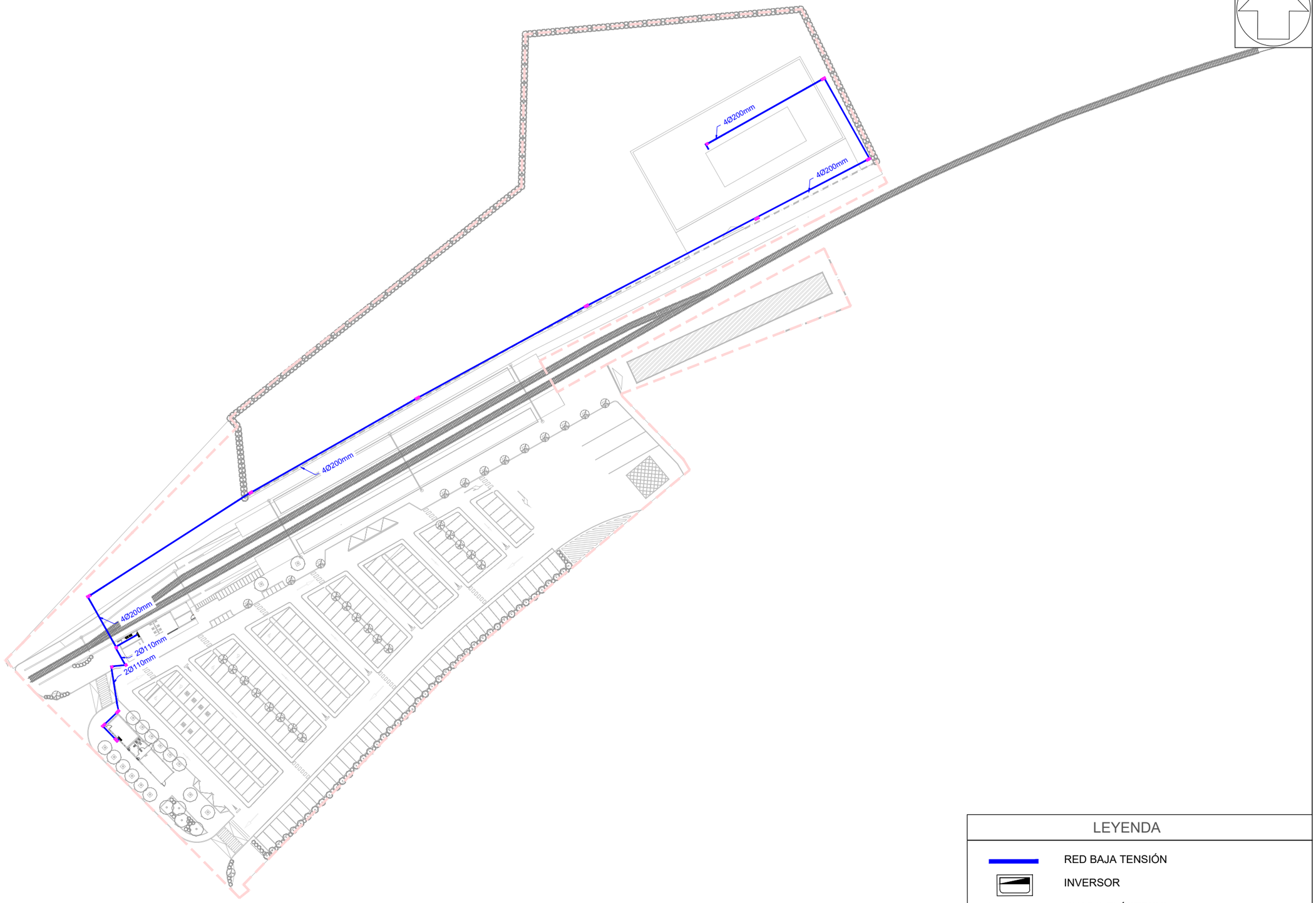
NOMBRE DEL PLANO:

RED DE MEDIA TENSIÓN

NÚMERO PLANO:

14

HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- RED BAJA TENSIÓN
- INVERSOR
- CUADO ELÉCTRICO
- ARQUETA 60X60
- ARQUETA 120X60

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

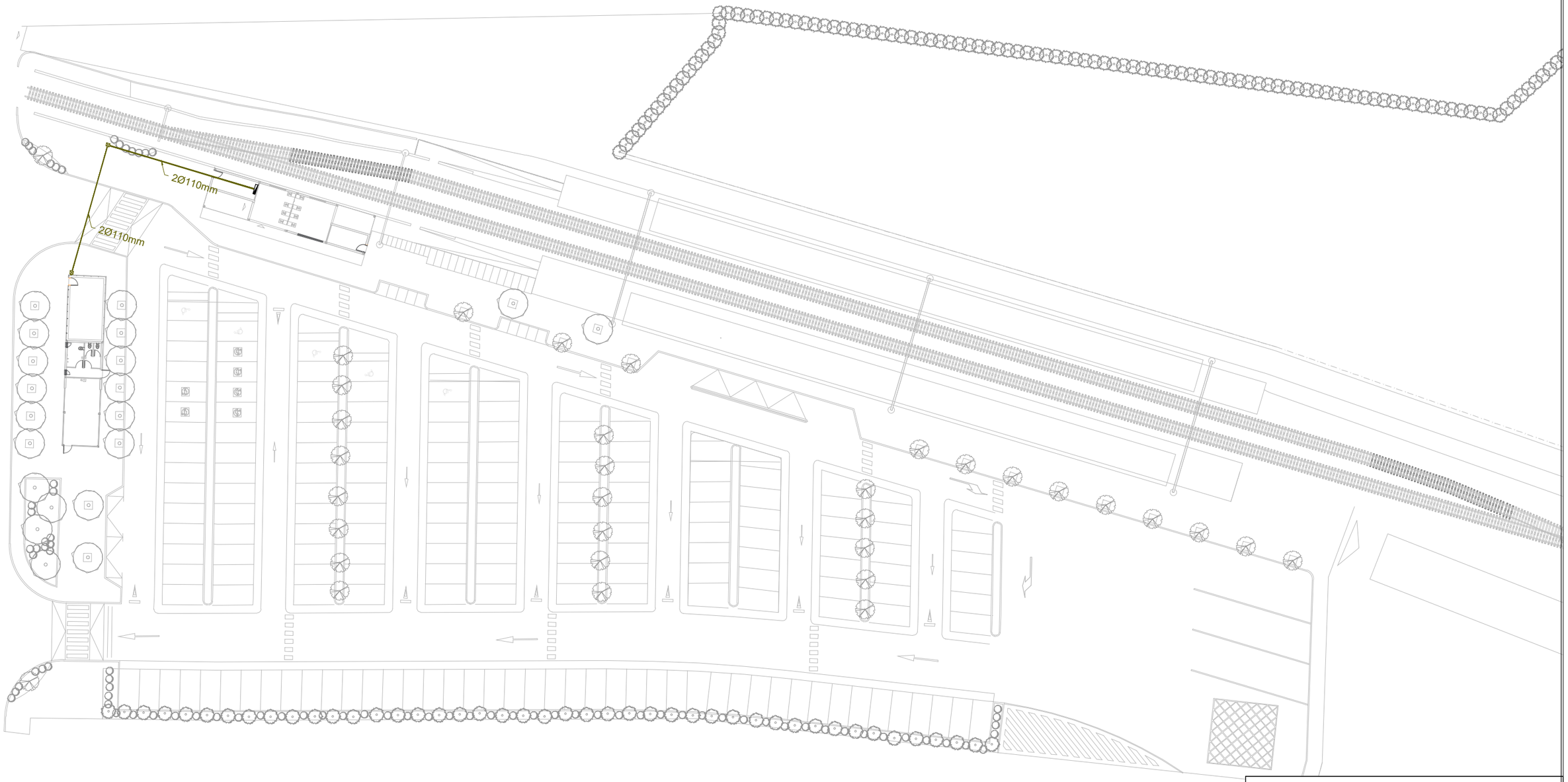
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE BAJA TENSIÓN
PLANTA

NÚMERO PLANO:
15
HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- RED ALUMBRADO PÚBLICO
- CUADO ELÉCTRICO
- ARQUETA 40X40

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

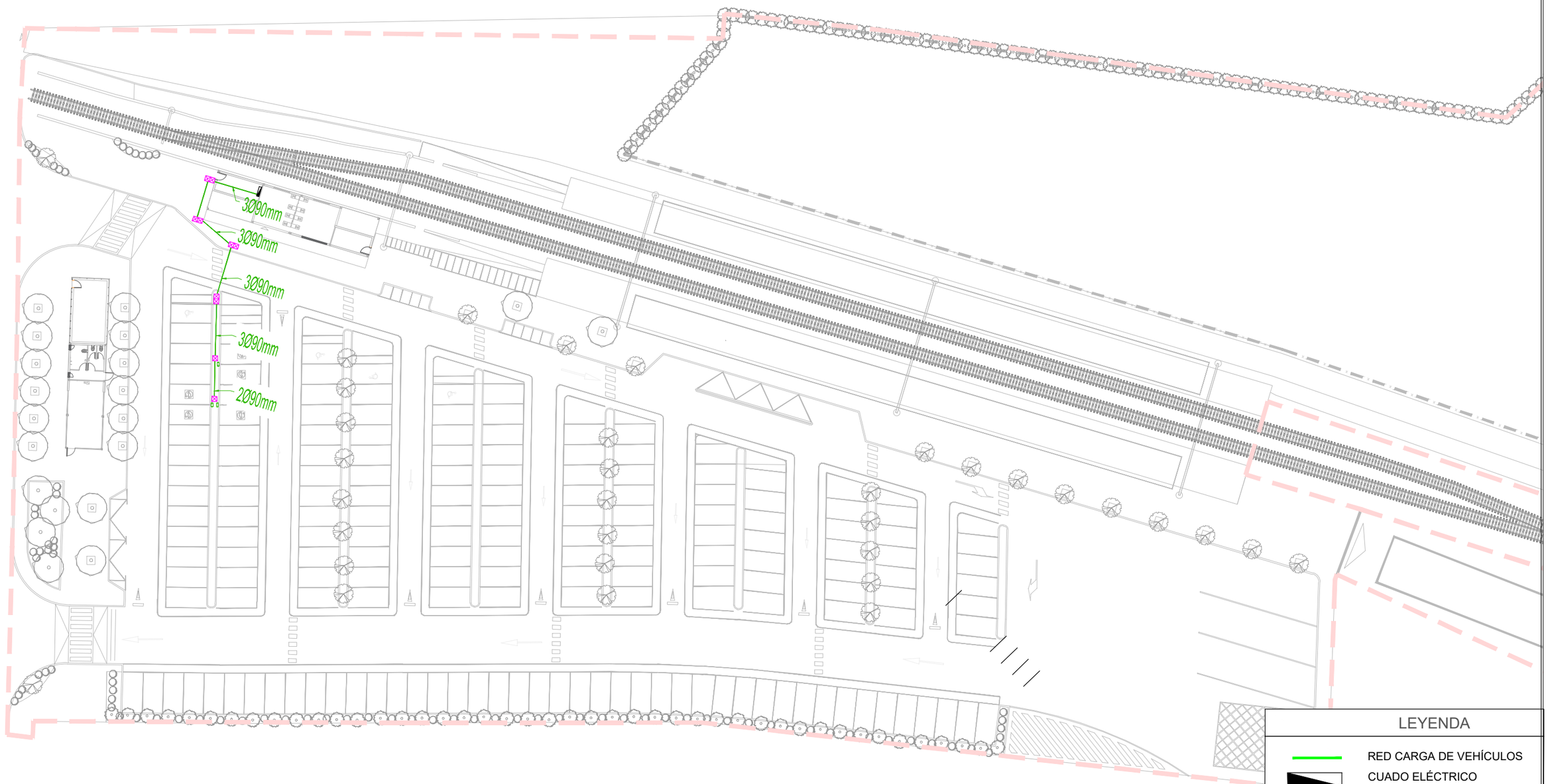
NOMBRE DEL PLANO:

RED DE TELECOMUNICACIONES

NÚMERO PLANO:

16

HOJA 1 DE 1



LEYENDA

- RED CARGA DE VEHÍCULOS
- CUADO ELÉCTRICO
- ARQUETA 60X60
- ARQUETA 120X60
- PUNTO DE CARGA

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

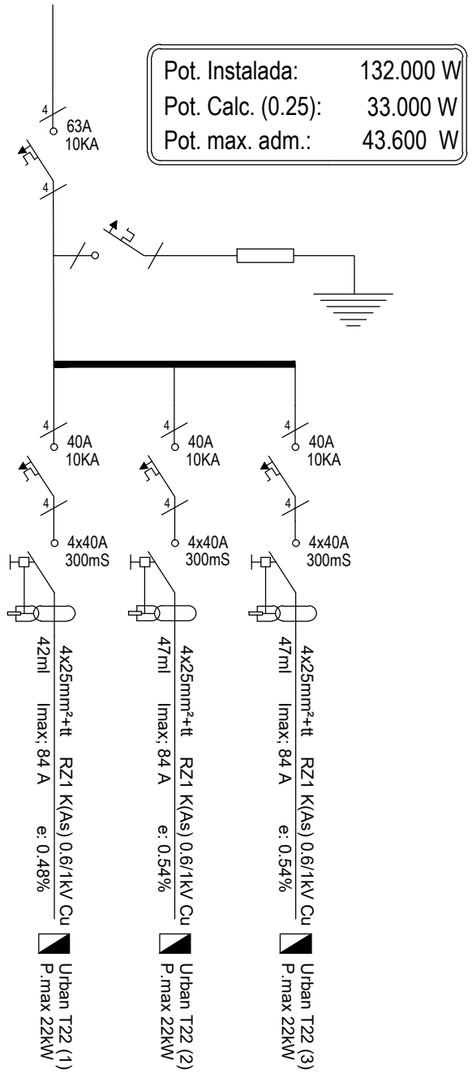
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE CARGA DE VEHÍCULOS ELECTRICOS

NÚMERO PLANO:
17
HOJA 1 DE 2

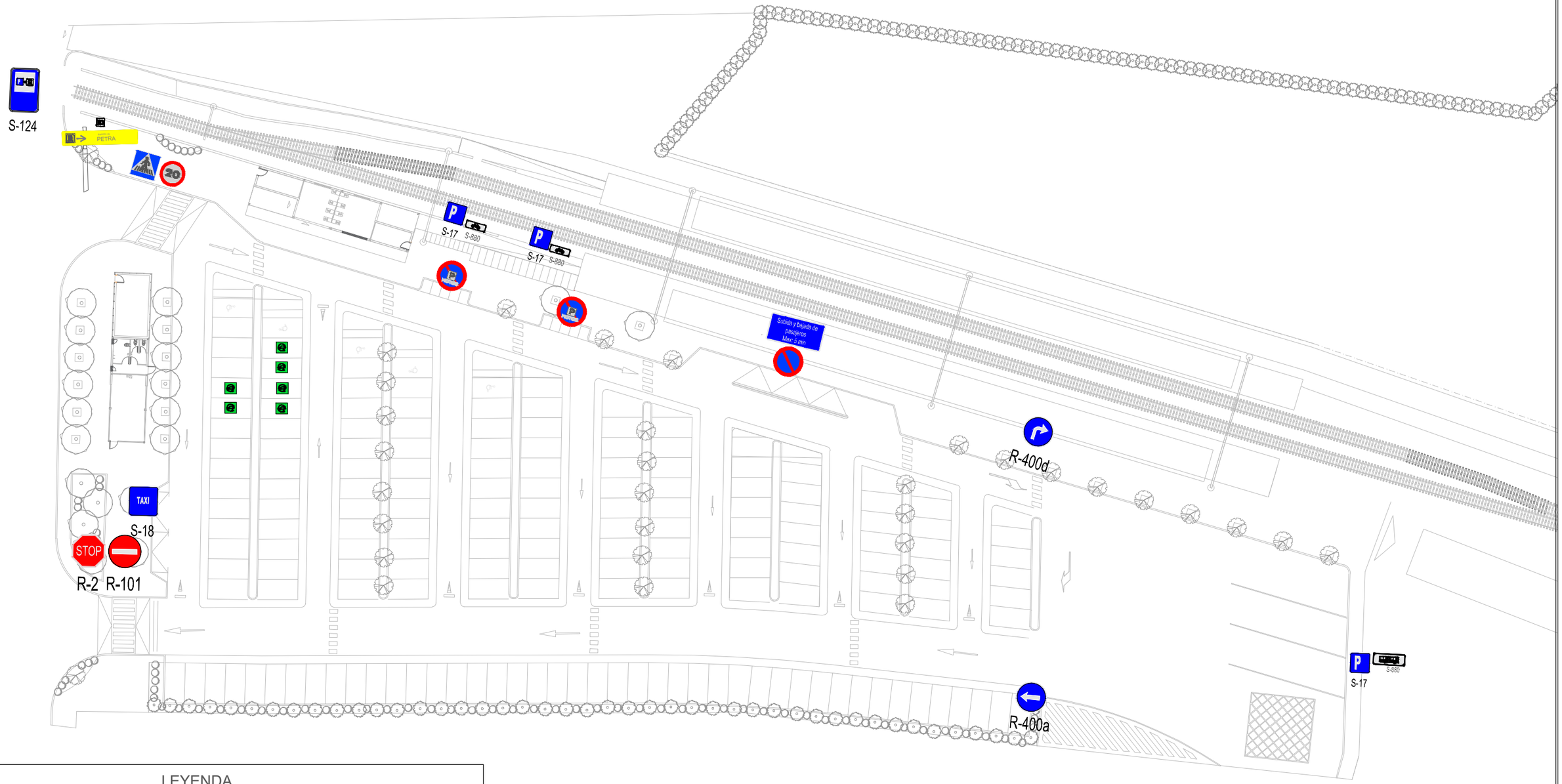
Cuadro Recarga de vehículos

Línea de alimentación de 4x1x35mm² de Cu RZ1 (As) 0.6/1kV
L:14m



ESQUEMA DE RED DE CARGADORES EÉCTRICOS

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: ___ FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMA RED DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	NÚMERO PLANO: 17 HOJA 2 DE 2



LEYENDA

- R-400d — OBLIGACIÓN DE GIRAR A LA DERECHA
- PROHIBIDO ESTACIONAR
- PASO DE PEATONES
- LIMITACIÓN DE VELOCIDAD 20
- S-18 — PARADA DE TAXIS
- R-2 — DETENCIÓN OBLIGATORIA
- S-124 — ESTACIONAMIENTO USUARIOS DE FERROCARIL
- ESTACIÓN DE FERROCARIL
- PARKING RESERVADO MOTOCICLETAS
- R-400a — OBLIGACIÓN SEGUIR DE FRENTE
- R-400d — OBLIGACIÓN DE GIRO A LA DERECHA
- S-880 — EXISTENCIA PLAZAS AUTOBUSES
- S-17 — APARCAMIENTO
- S-880 — EXISTENCIA PLAZAS BICICLETAS
- R-101 — ENTRADA PROHIBIDA

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500

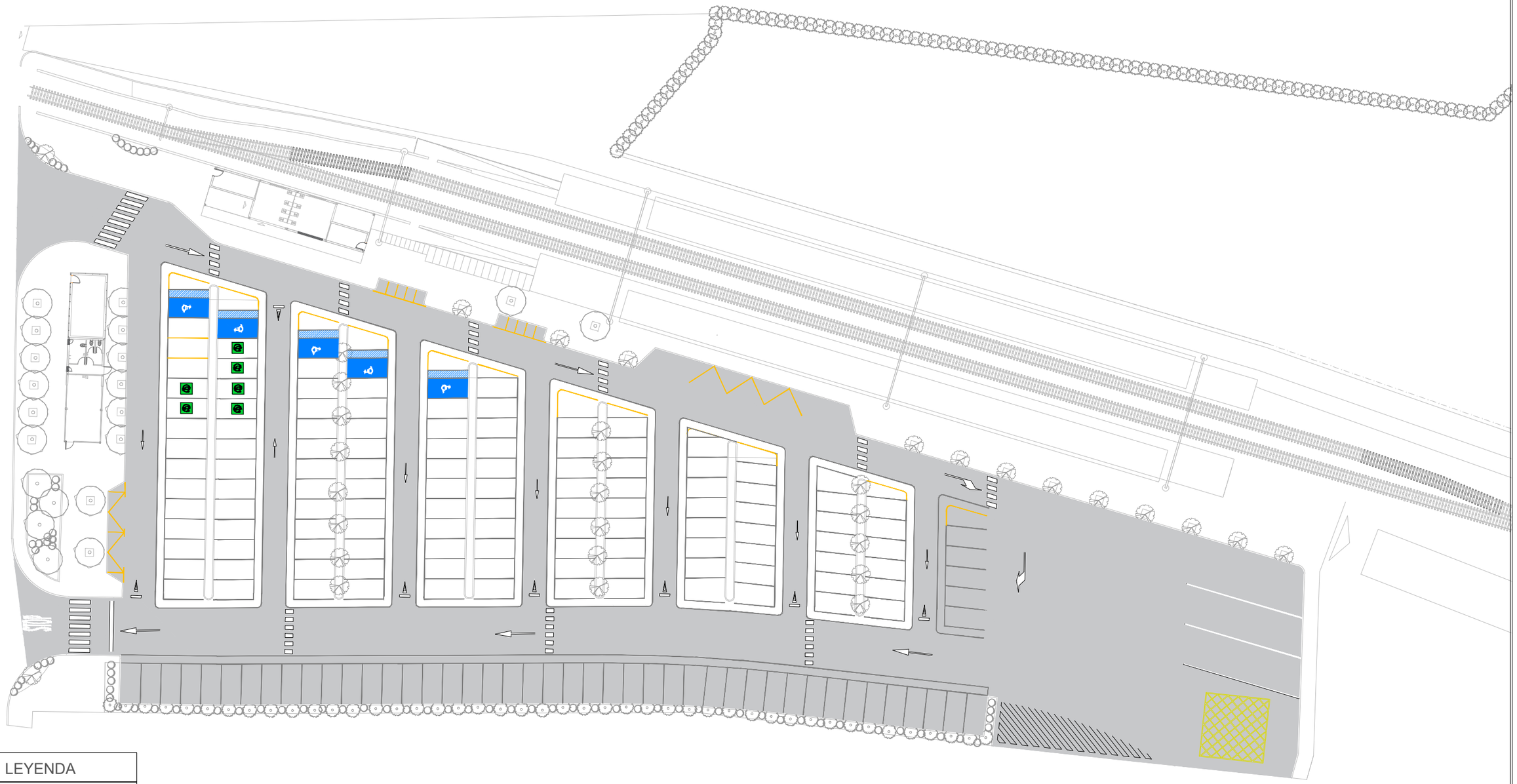
FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
SEÑALIZACIÓN VERTICAL

NÚMERO PLANO:
18
HOJA 1 DE 3



LEYENDA

- FLECHA DE SENTIDO
- FLECHA DE SENTIDO
- PASO PARA PEATONES
- PLAZAS PMR
- CEDA EL PASO
- ÁREA RESERVADA
- RESERVADO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500

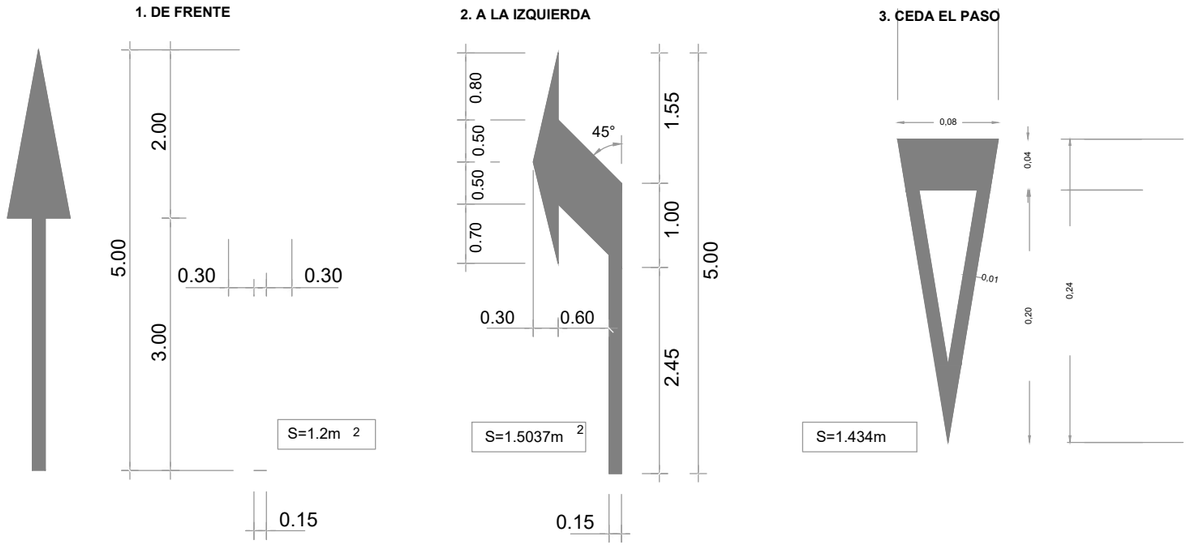
FECHA: DICIEMBRE 2025

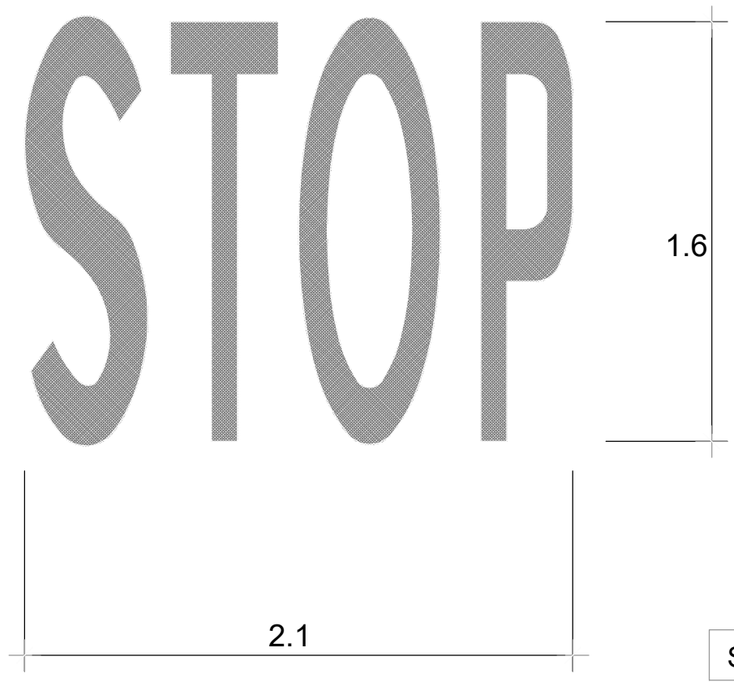
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

NÚMERO PLANO:
18
HOJA 2 DE 3

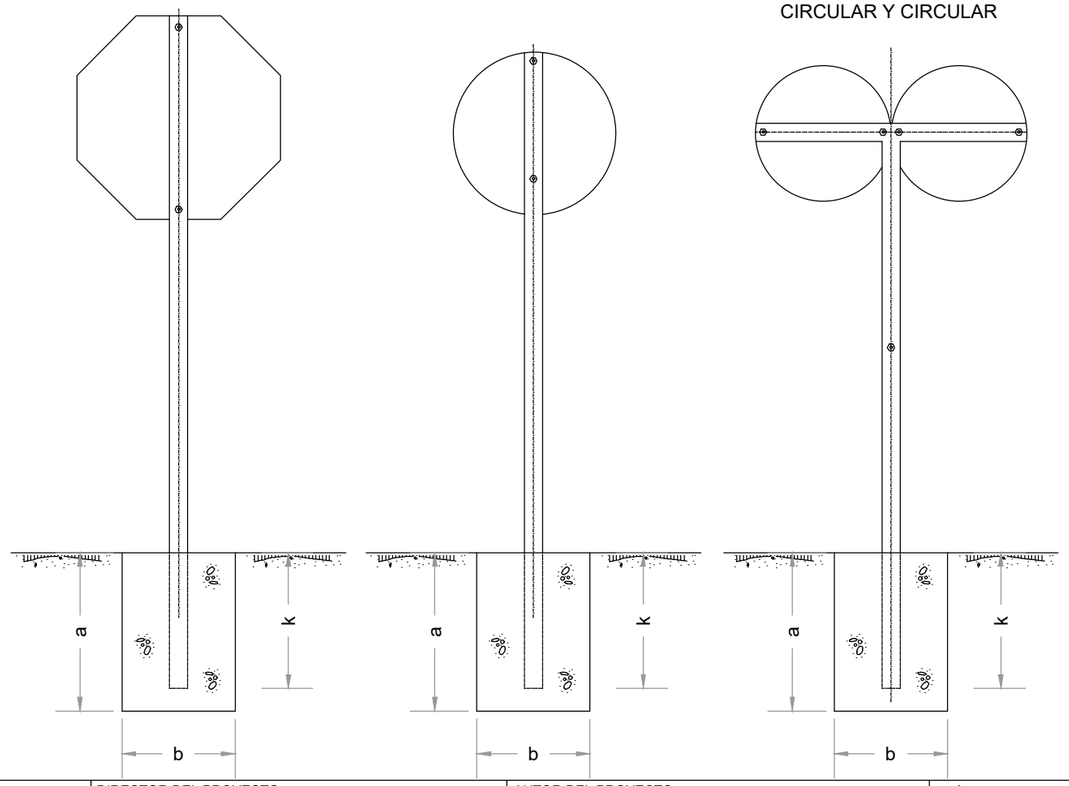




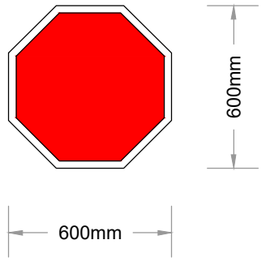
SEÑAL DE STOP

SEÑAL CIRCULAR

DOS SEÑALES
CIRCULAR Y CIRCULAR



SEÑALES OCTOGONALES



SEÑALES CIRCULARES

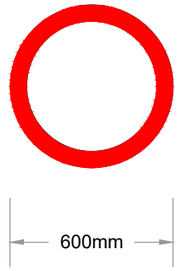


TABLA DE CIMENTACION
Y ANCLAJE (SEÑALES)

SEÑALES	SOPORTES SECCION			EMPOTRAMIENTO "K"	CIMENTACION		
	m	n	e		a	b	c
STOP	80	40	2	600	700	500	520
TRIANGULAR	80	40	2	435	700	500	520
CIRCULAR	80	40	2	515	700	500	520
UN SOPORTE CIRCULAR Y CIRCULAR	80	40	2	520	700	500	520

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR

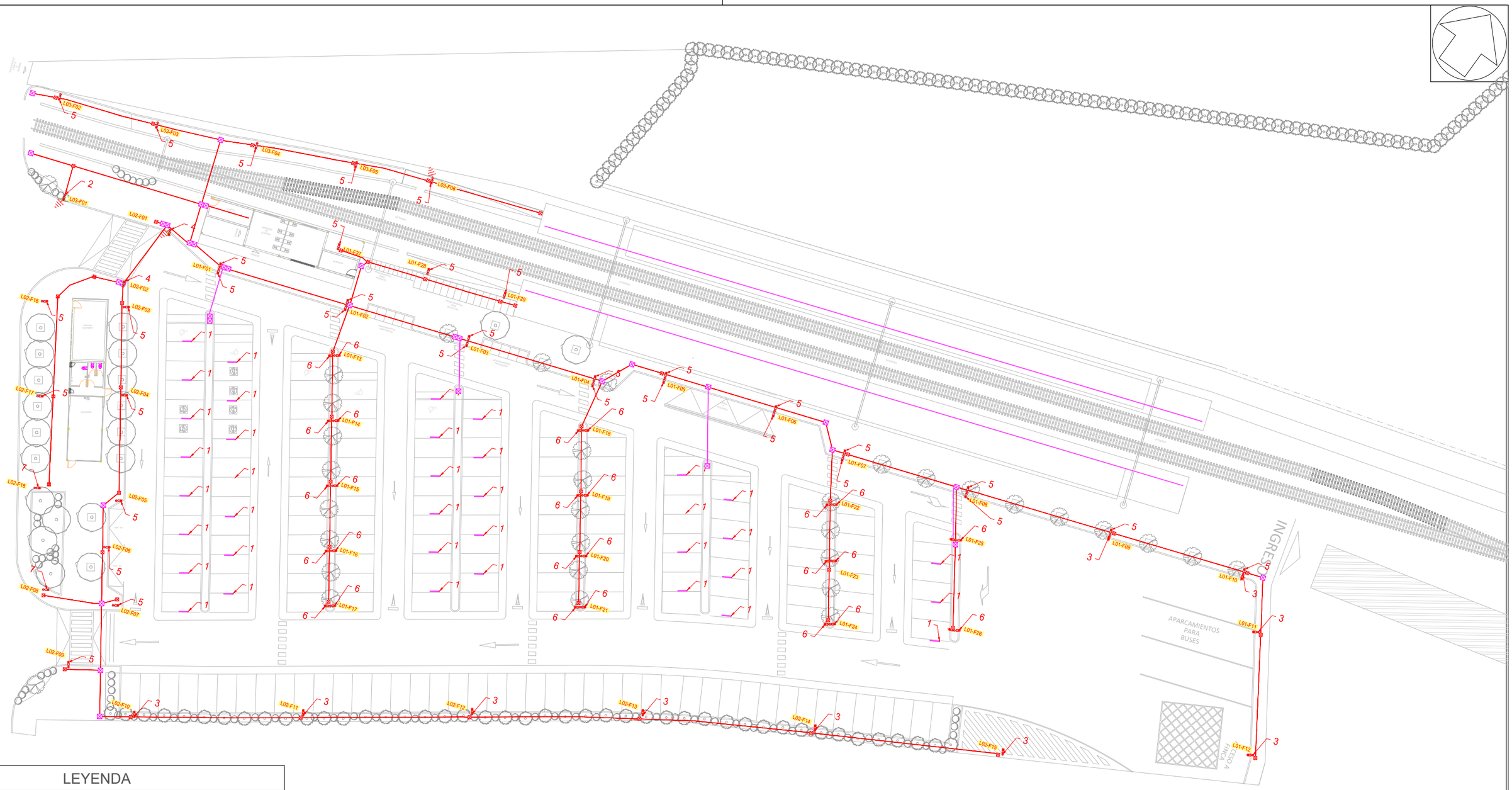
FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
DETALLES

NÚMERO PLANO:
18
HOJA 3 DE 3



LEYENDA

- RED ALUMBRADO PÚBLICO
- RED ALUMBRADO PÉRGOLAS
- INVERSOR
- CUADO ELÉCTRICO
- ARQUETA 60X60
- ARQUETA 120X60
- FAROLA ALTURA 4,00 m
- FAROLA ALTURA 6,00 m
- FAROLA ALTURA 8,00 m
- PANTALLA LED FLUORESCENTE

ESTACIÓ SFM DE PETRA

Luminarias

1	42 uds	Philips WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 (2500lm;20.5W)
2	1 uds	Philips BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG (4704lm;36.0 W)
3	10 uds	Philips BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG (4300lm;32.0 W)
4	2 uds	Philips BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG (3825lm;28.5 W)
5	30 uds	Philips BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG (1914lm;14.6 W)
6	24 uds	Philips BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG (2975lm;22.0 W)
7	2 uds	Philips BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG (2550lm;20.5 W)

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
DCOD
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

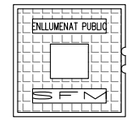
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
RED DE ALUMBRADO
PLANTA

NÚMERO PLANO:
19.1
HOJA 1 DE 1

COLUMNA					PLACA BASE				CARTELAS				PORTEZUELA				PERNOS CINCADOS		
Altura m.		Diám. fuste mm.	Diám. superior mm.	Espesor plancha mm.	Espesor plancha mm.	Medidas placa mm.	Taladros mm.	Dist. entre taladros mm.	Número	Espesor plancha mm.	Altura mm.	Base mm.	Número	Medidas alto hueco mm.	Medidas ancho hueco mm.	Dist. a placa base mm.	Número	Largo mm.	Diám. mm.
A	B	C	D	E	F	G	H	I		J	K	L		M	N	P		Q	S
12		246	102	4	15	500	30x45	380	8	5	200	150	1	300	140	600	4	900	24
10		200	80	4	15	500	30x45	380	8	5	200	150	1	300	130	700	4	900	24
8		176	80	4	10	470	25x50	350	8	5	200	150	1	300	125	650	4	700	22
6		152	80	4	10	470	25x50	350	8	5	200	150	1	300	120	600	4	500	18
4		150	70	4	10	400	25x50	285	8	5	200	150	1	300	120	600	4	500	18

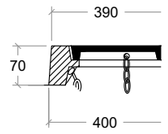
FUNDACIONES		
Altura de columnas m.	Profundidad hormigón cm.	Anchura hormigón cm.
	U	V
12	100	80x80
10	90	80x80
8	70	70x70
6	60	60x60
4	50	50x50



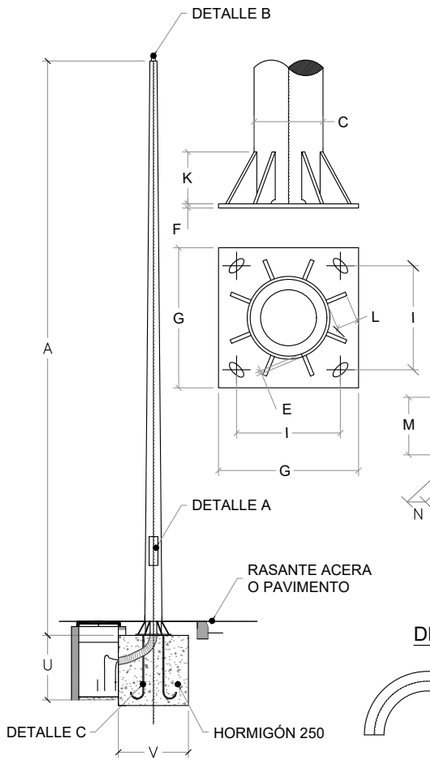
EN-124 250 kN ASIENTO ELÁSTICO

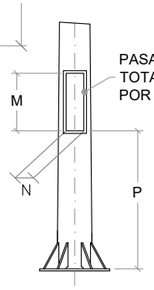
PLANTA TAPA

Resistencia 5000kg



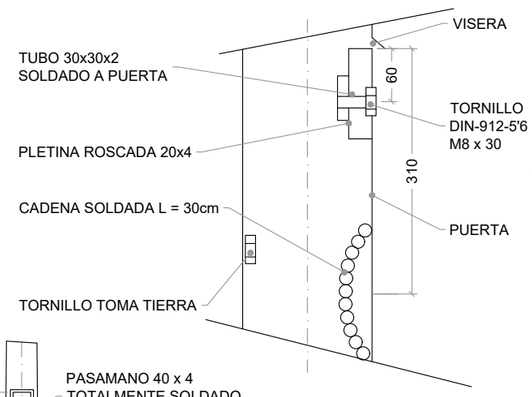
DETALLE B





PASAMANO 40 x 4 TOTALMENTE SOLDADO POR EL EXTERIOR

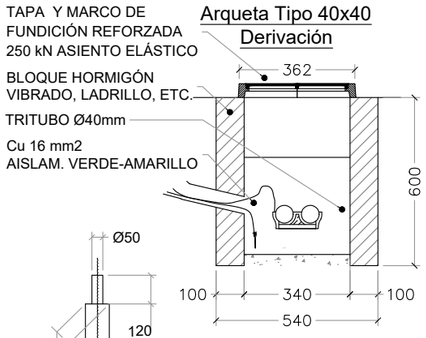
DETALLE A



DETALLE PUERTA

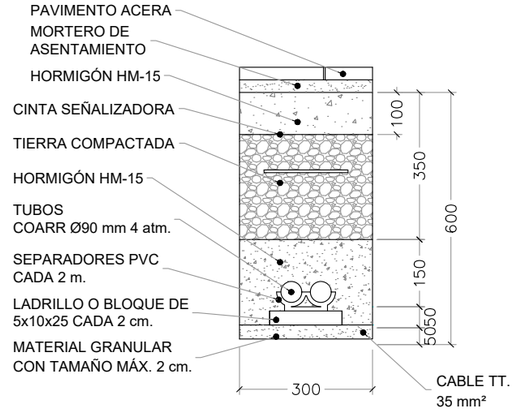
TROQUELADO LA MARCA DE CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y SU NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN

Arqueta Tipo 40x40
Derivación



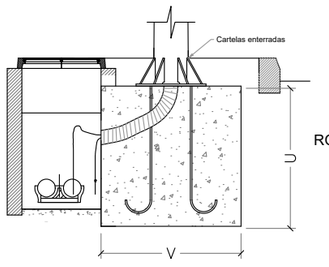
SECCIÓN

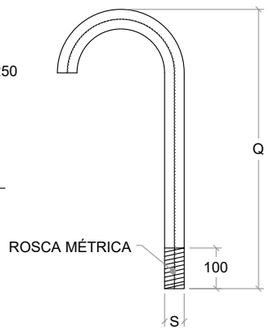
DETALLE B



SECCIÓN ZANJA

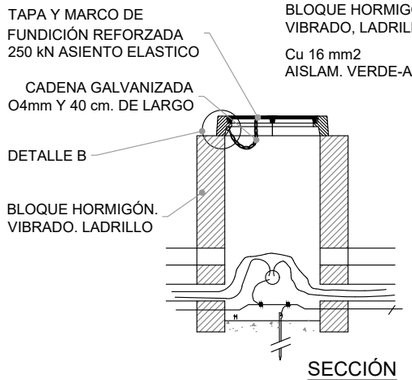
BAJO ACERA



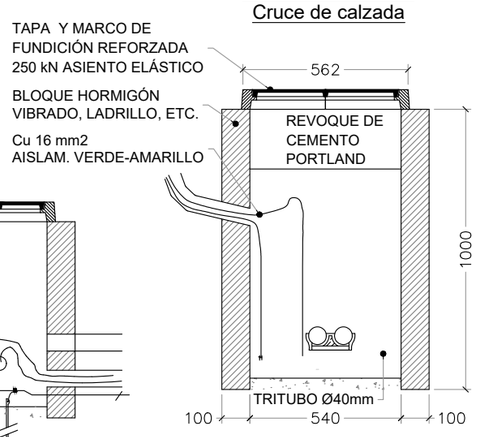


DETALLE C

Arqueta Tipo 60x60
Cruce de calzada



SECCIÓN



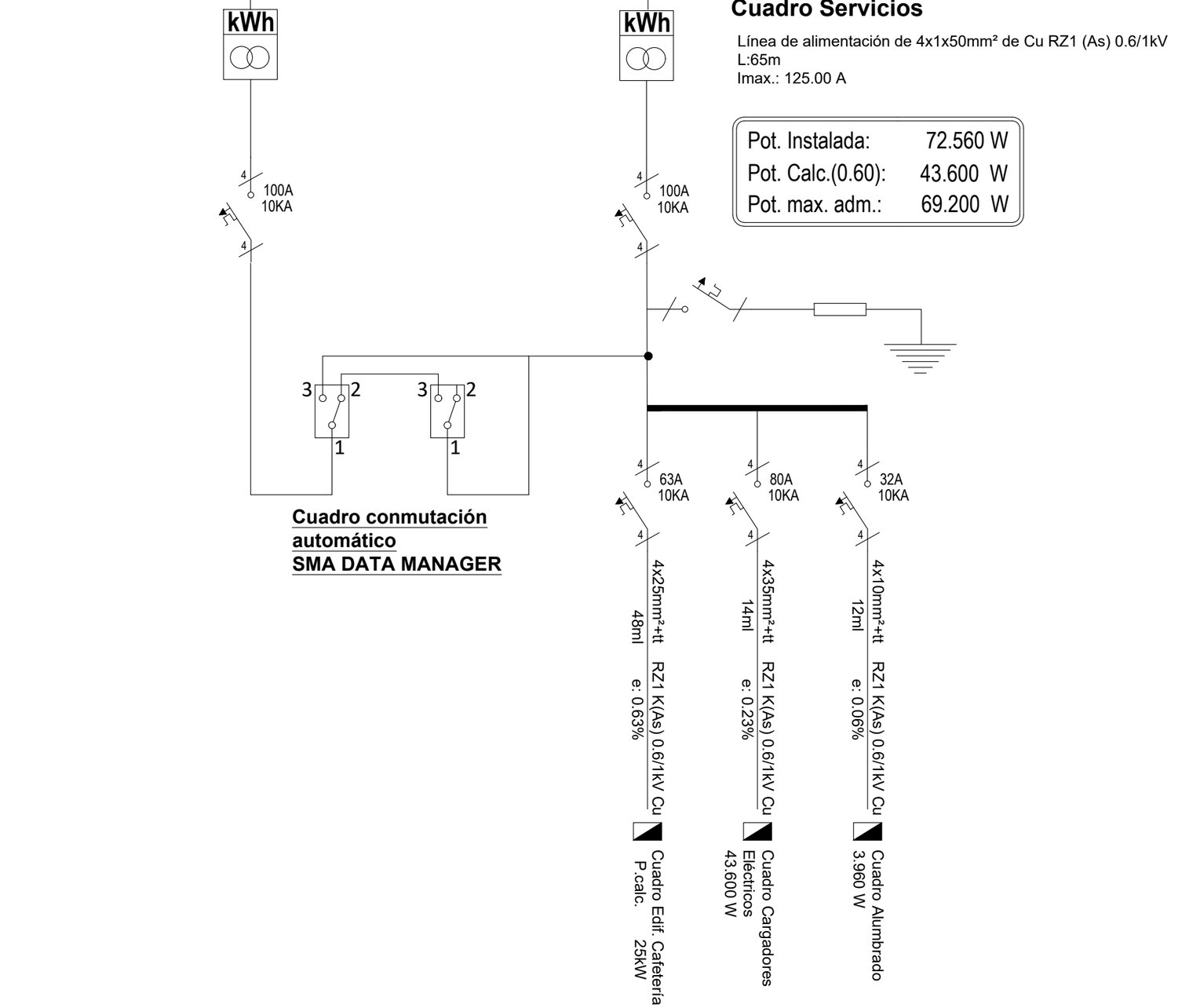
SECCIÓN

DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL ALUMBRADO

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: DETALLES — NÚMERO PLANO: 19.2 — HOJA 1 DE 1

Conexión desde
Cuadro de CT de SFM

Conexión desde
acometida Endesa



Cuadro Servicios

Línea de alimentación de 4x1x50mm² de Cu RZ1 (As) 0.6/1kV
L:65m
Imax.: 125.00 A

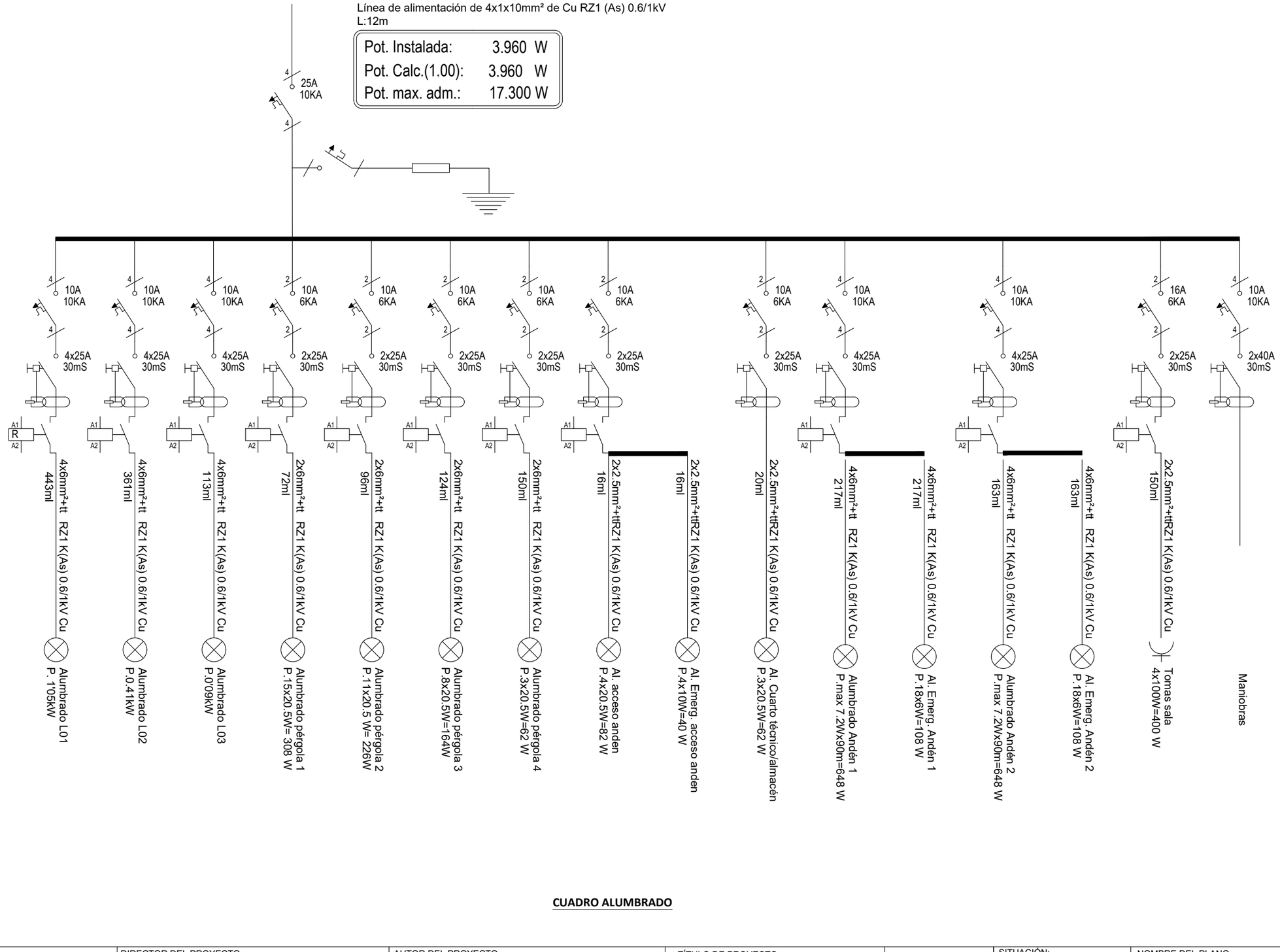
Pot. Instalada:	72.560 W
Pot. Calc.(0.60):	43.600 W
Pot. max. adm.:	69.200 W

Cuadro conmutación automático
SMA DATA MANAGER

CUADRO ALUMBRADO

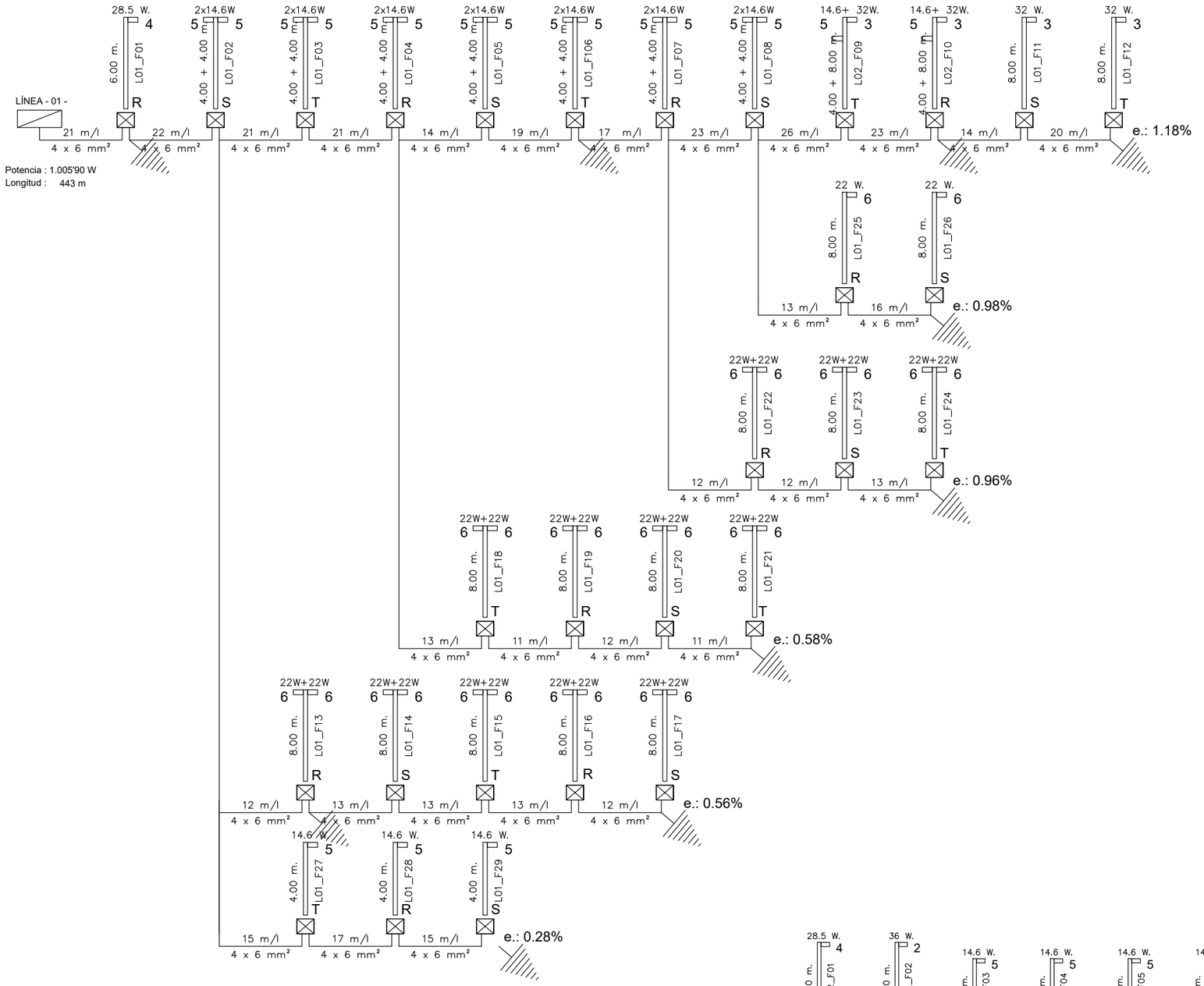
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD · Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMAS	NÚMERO PLANO: 19.3 HOJA 1 DE 4

Cuadro de alumbrado

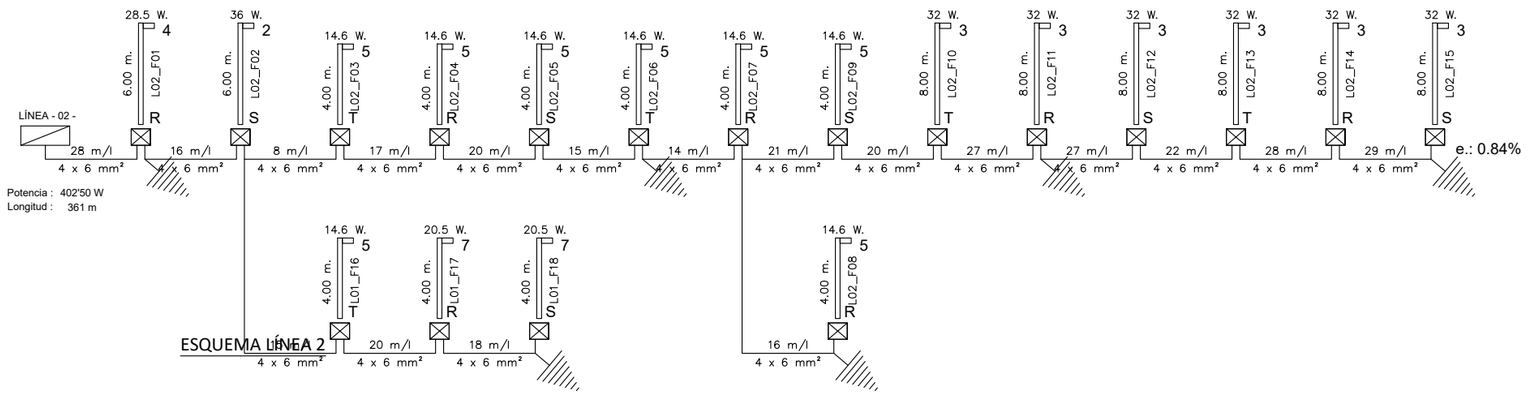


CUADRO ALUMBRADO

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMAS	NÚMERO PLANO: 19.3 HOJA 2 DE 4



ESQUEMA LÍNEA 1



ESQUEMA LÍNEA 2

DIALux

ESTACIO SFM DE PETRA

1	42 *	Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 (2500 lm; 20.5 W)
2	1 *	Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG (4704 lm; 36.0 W)
3	5 *	Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG (4300 lm; 32.0 W)
4	2 *	Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG (3825 lm; 28.5 W)
5	30 *	Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG (1914 lm; 14.6 W)
6	24 *	Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG (2975 lm; 22.0 W)
7	2 *	Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG (2550 lm; 20.5 W)

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: VAR
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

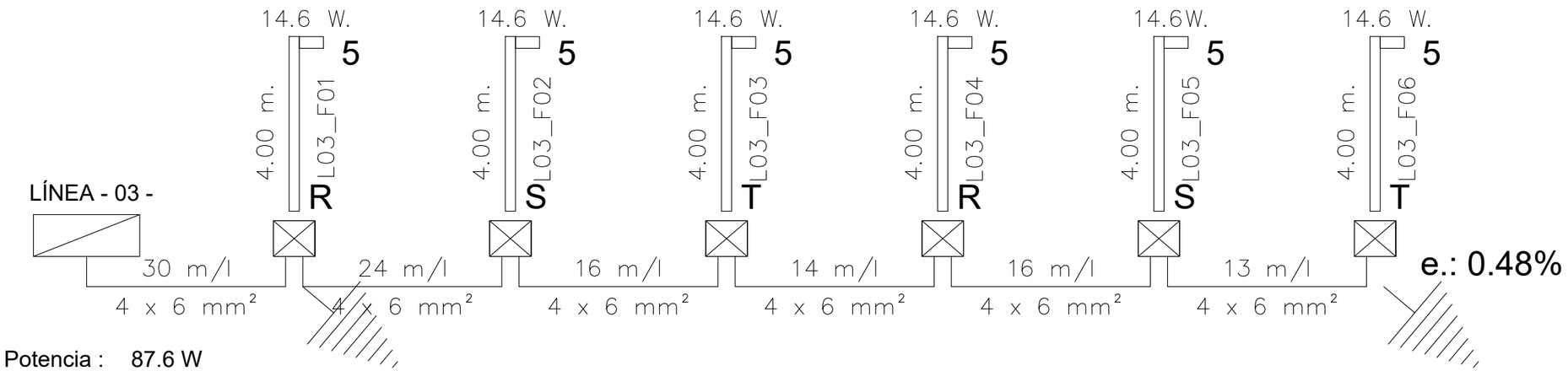
NOMBRE DEL PLANO:
ESQUEMAS

NÚMERO PLANO:
19.3
HOJA 3 DE 4

DIALux

ESTACIO SFM DE PETRA

1	42 *	Philips 911401837080 WT120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 (2500 lm; 20.5 W)
2	1 *	Philips BGP281I-3c1eaf32-e6c2-4cbb-82d2-179c382e75b9 BGP281 T25 LED56-4S/730 PSD DX10 FG (4704 lm; 36.0 W)
3	5 *	Philips BGP281I-6c3a3c5b-2c13-48da-b7e0-40865641eef1 BGP281 T25 LED50-4S/730 PSD DM50 FG (4300 lm; 32.0 W)
4	2 *	Philips BGP281I-ae22ee6b-e92f-4677-82a6-57faf5fe3385 BGP281 T25 LED45-4S/730 PSD DX10 FG (3825 lm; 28.5 W)
5	30 *	Philips BGP281I-ca751559-b51c-461b-95ce-1d8f676df7e0 BGP281 T25 LED22-4S/730 PSD DM50 FG (1914 lm; 14.6 W)
6	24 *	Philips BGP281I-dc27c6a3-abe7-4de4-a87f-da7290992c9d BGP281 T25 LED35-4S/730 PSD DX10 FG (2975 lm; 22.0 W)
7	2 *	Philips BGP281I-e6450d76-5e28-45eb-b530-820750c3a0a1 BGP281 T25 LED30-4S/730 PSD DX10 FG (2550 lm; 20.5 W)



Potencia : 87.6 W
Longitud : 113 m

ESQUEMA LÍNEA 3

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: VAR FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMAS	NÚMERO PLANO: 19.3 HOJA 4 DE 4



TILO



CIPRÉS



MELIA AZEDERACH



ARBUSTO MADROÑO



LEYENDA

- PAPELERA URBANA
- BANCO URBANO
- ÁRBOL MELIA AZEDERACH
- ÁRBOL TILO
- ARBUSTO MADROÑO
- ÁRBOL CIPRÉS
- ÁRBOL EXISTENTE
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: S/E
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

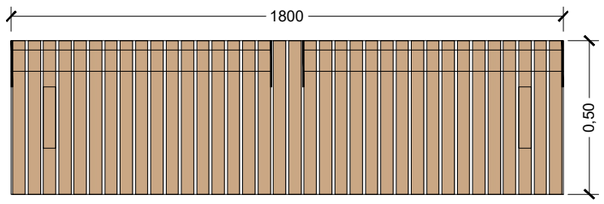
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
PLANTACIONES Y MOBILIARIO URBANO
PLANTA

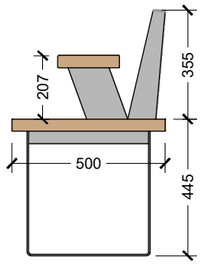
NÚMERO PLANO:
20.1
HOJA 1 DE 1

DETALLE DE BANCO

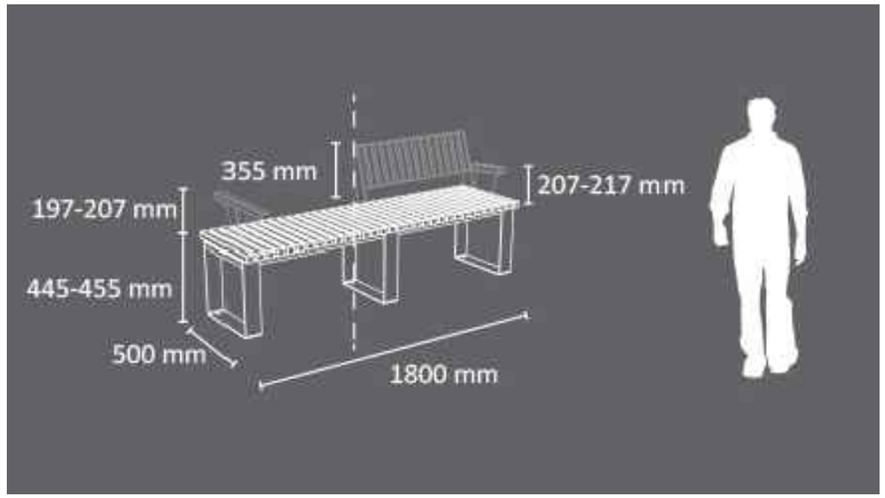
ESCALA 1/20



PLANTA

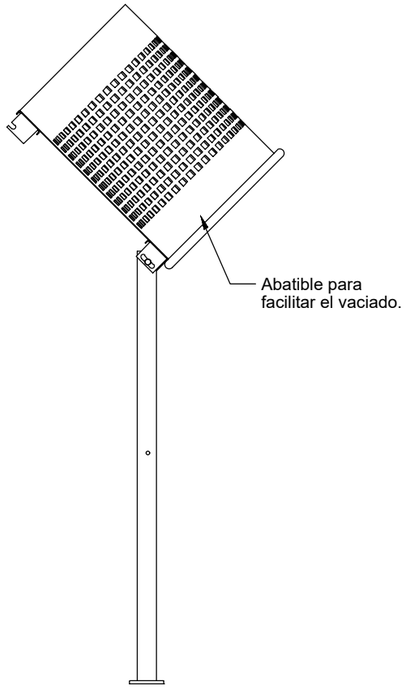


PERFIL

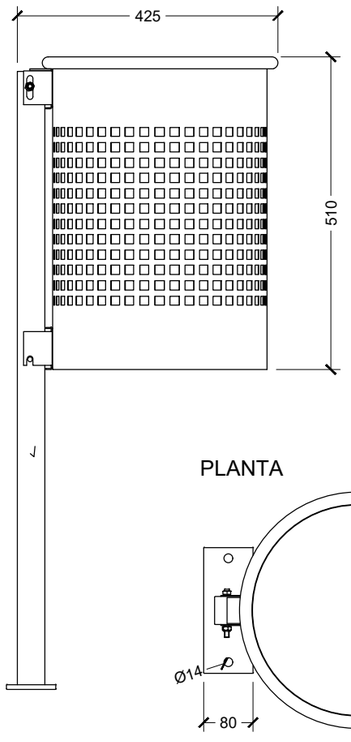


DETALLE DE PAPELERA

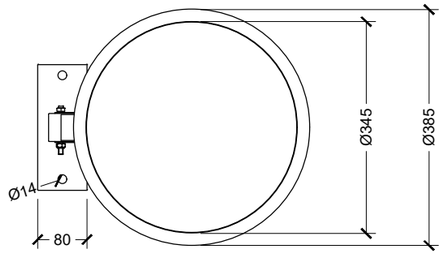
ESCALA 1/10



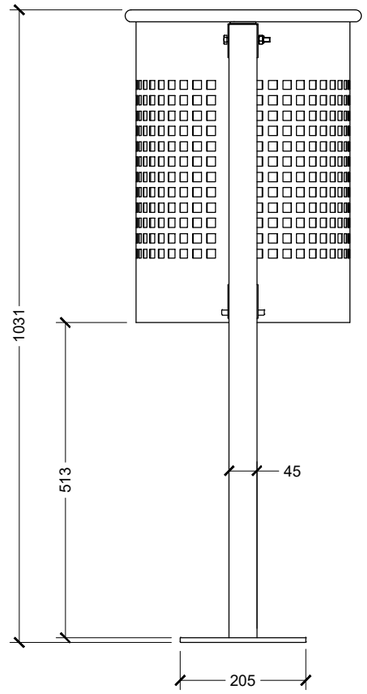
PERFIL



PLANTA



ALZADO



IMAGEN

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

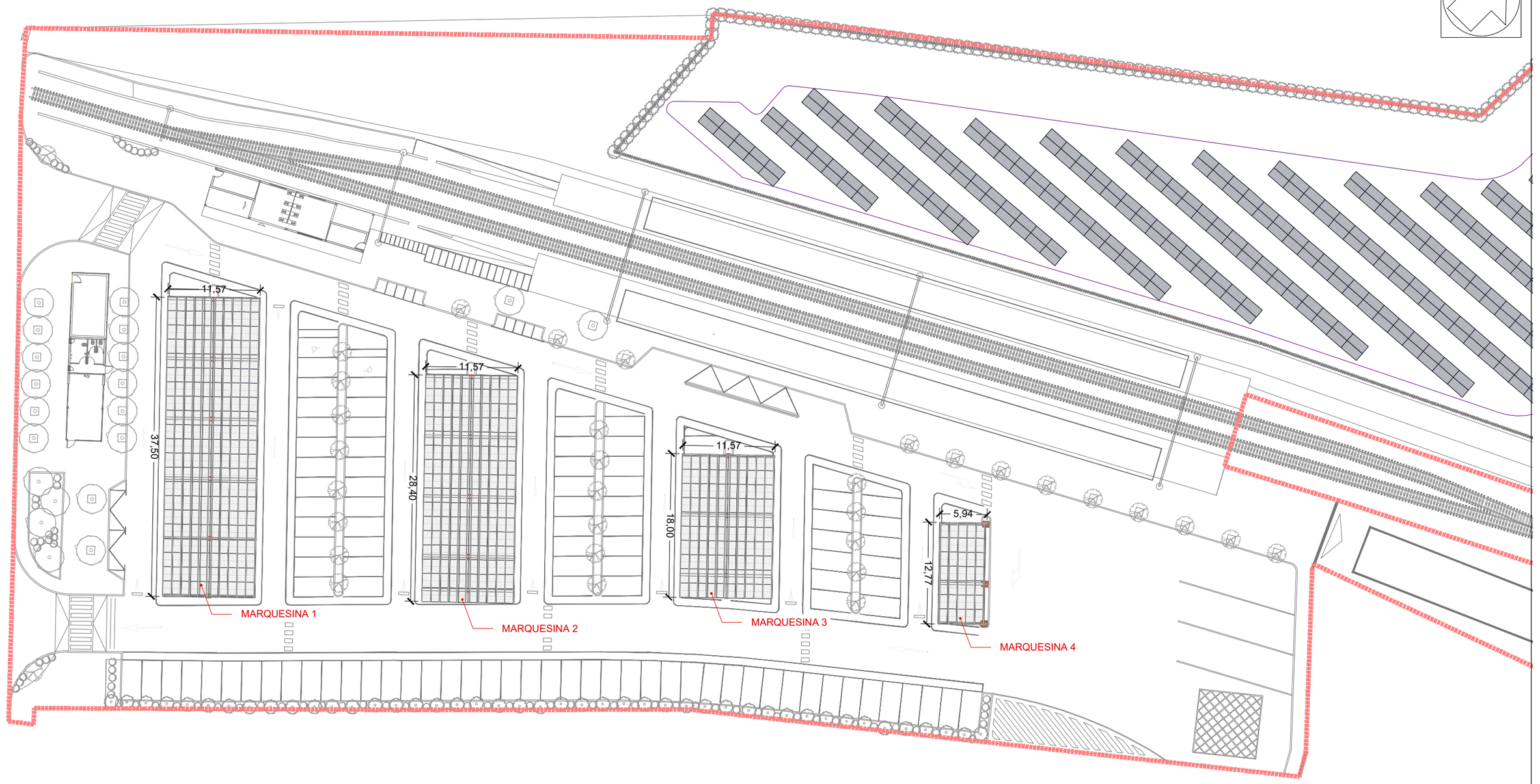
ESCALA A3: INDICADAS
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
PLANTACIONES Y MOBILIARIO URBANO
DETALLES

NÚMERO PLANO:
20.2
HOJA 1 DE 1

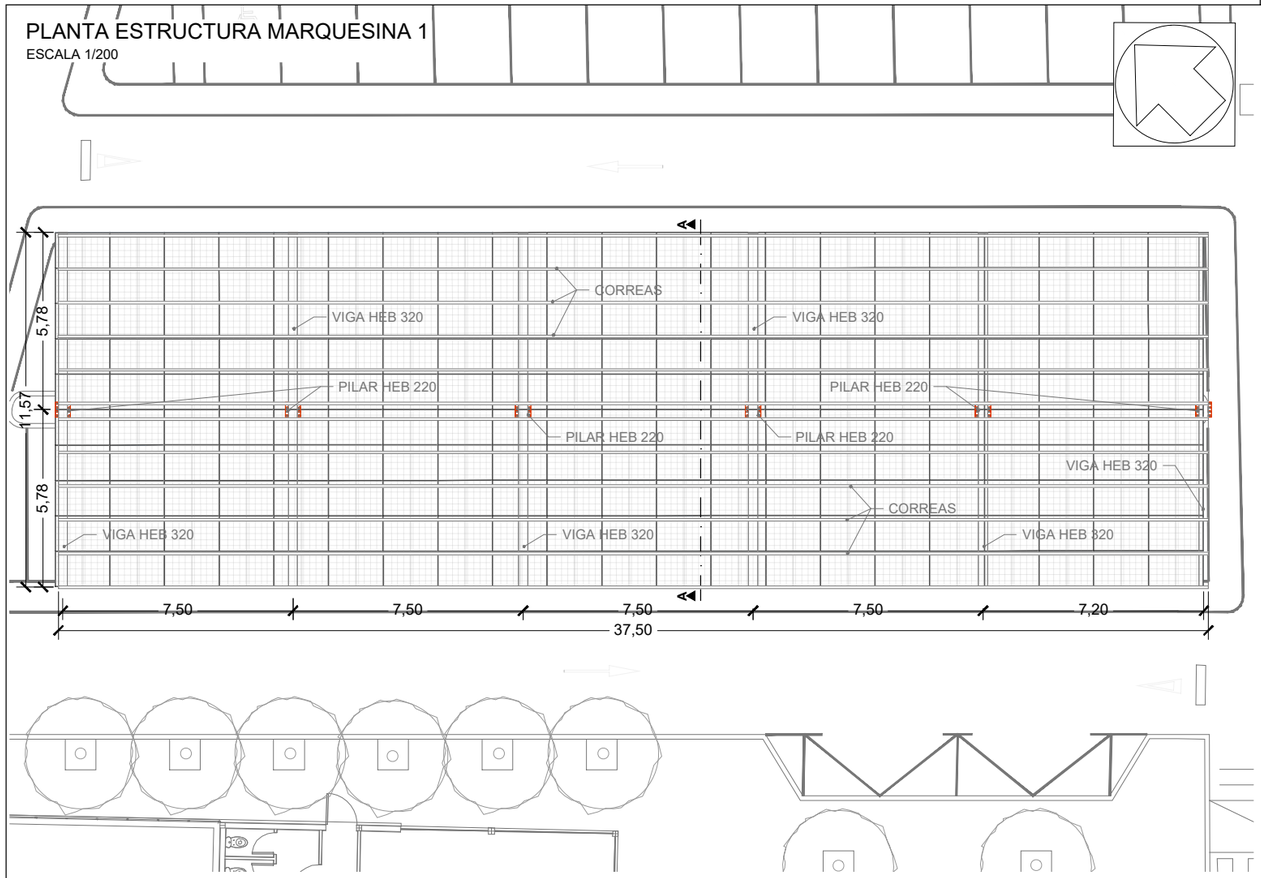
ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO PLANTA GENERAL	NÚMERO PLANO: 21.1 HOJA **1** DE **6**

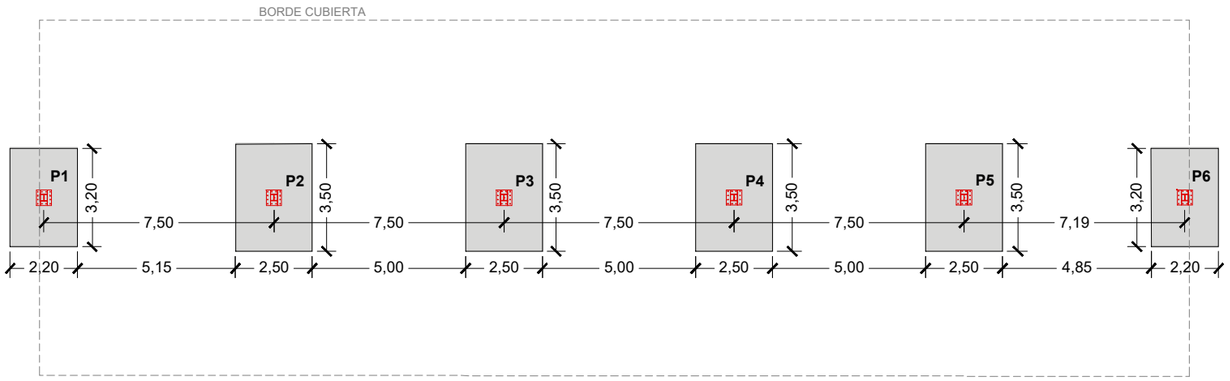
PLANTA ESTRUCTURA MARQUESINA 1

ESCALA 1/200



PLANTA CIMENTACIÓN MARQUESINA 1

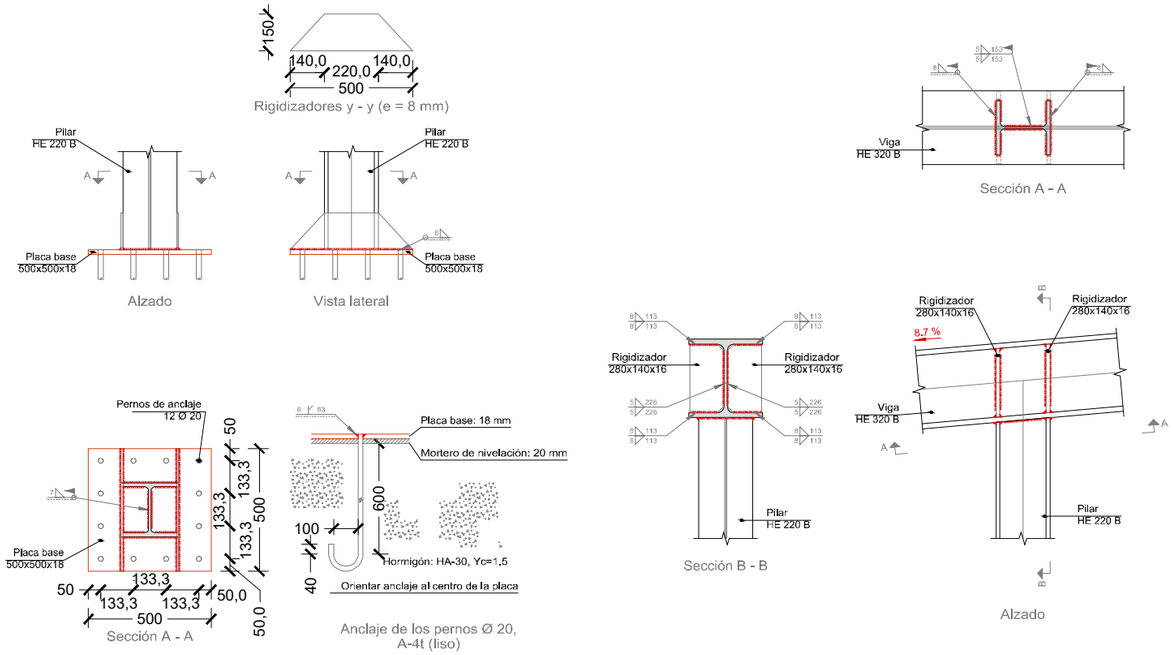
ESCALA 1/200



DETALLE TIPO 1

ESCALA 1/25

COTAS EN mm.



DETALLE TIPO 2

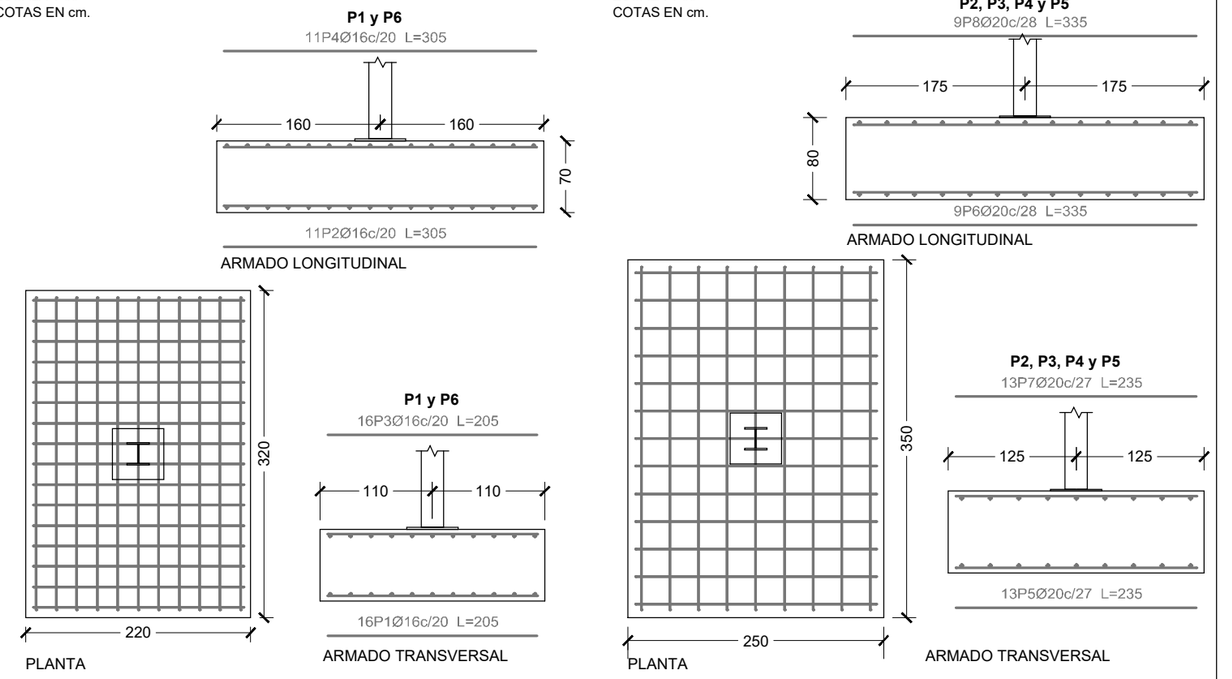
ESCALA 1/25

COTAS EN mm.

DETALLE ARMADO ZAPATAS **P1, P6**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



DETALLE ARMADO ZAPATAS **P2, P3, P4** y **P5**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat

Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO MARQUESINA 1

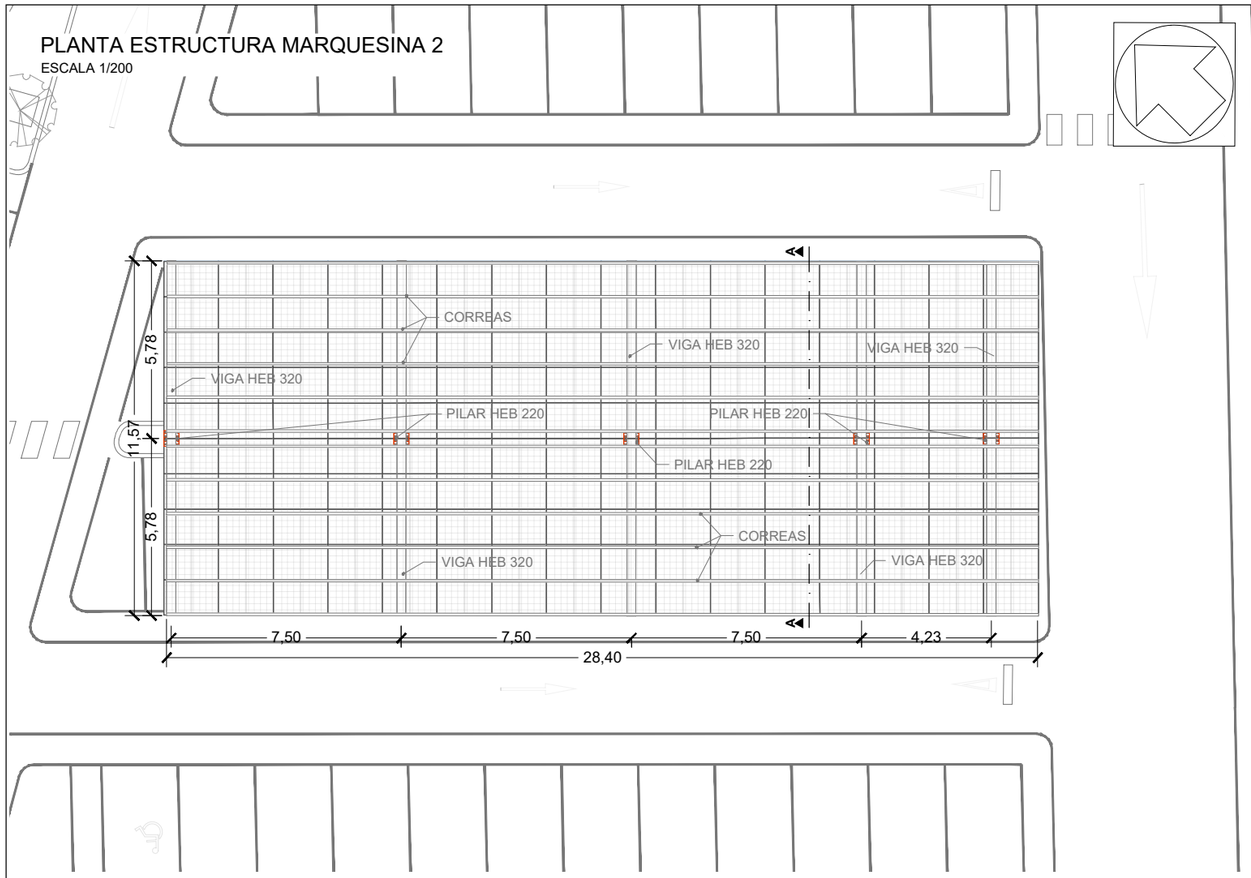
NÚMERO PLANO:

21.1

HOJA **2** DE **6**

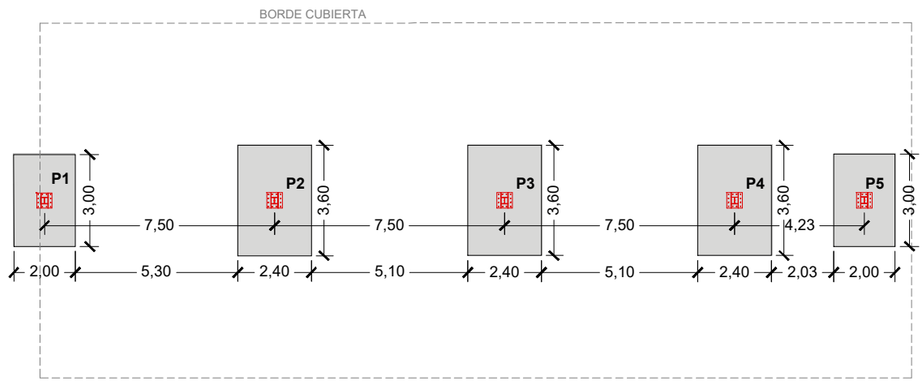
PLANTA ESTRUCTURA MARQUESINA 2

ESCALA 1/200



PLANTA CIMENTACIÓN MARQUESINA 2

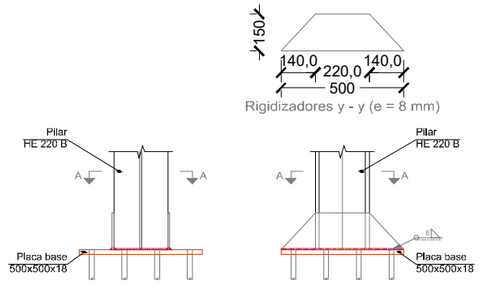
ESCALA 1/200

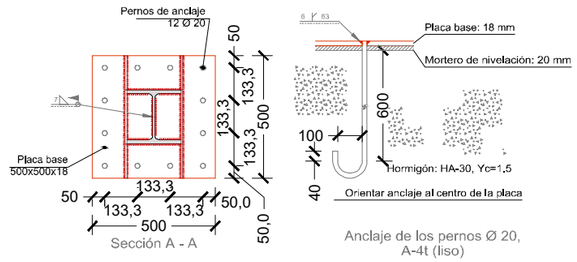


DETALLE TIPO 1

ESCALA 1/25

COTAS EN mm.

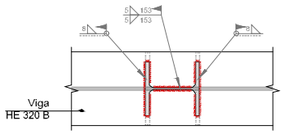


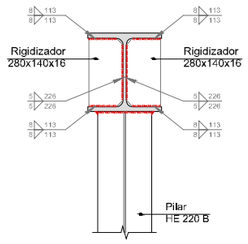


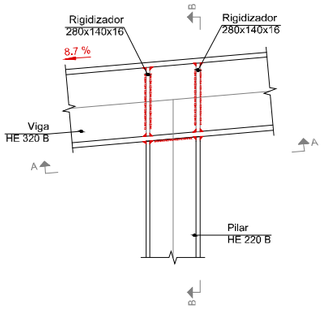
DETALLE TIPO 2

ESCALA 1/25

COTAS EN mm.



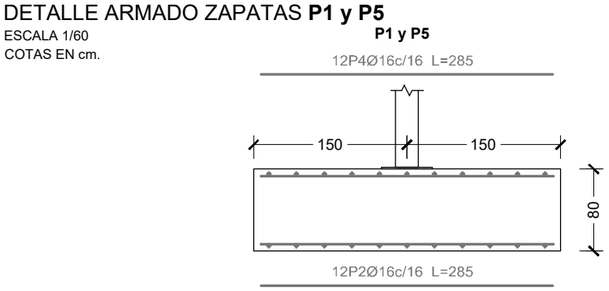


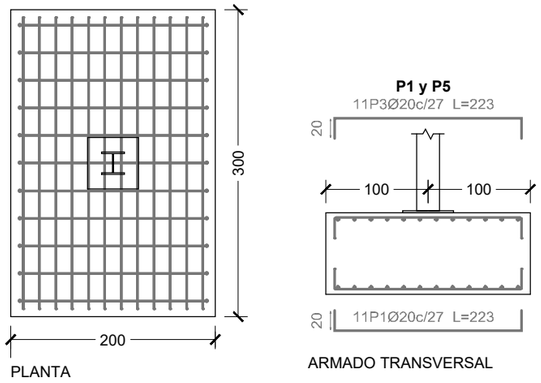


DETALLE ARMADO ZAPATAS **P1 y P5**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.

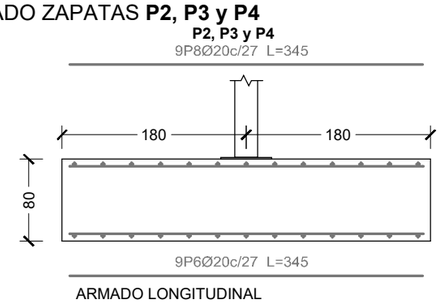


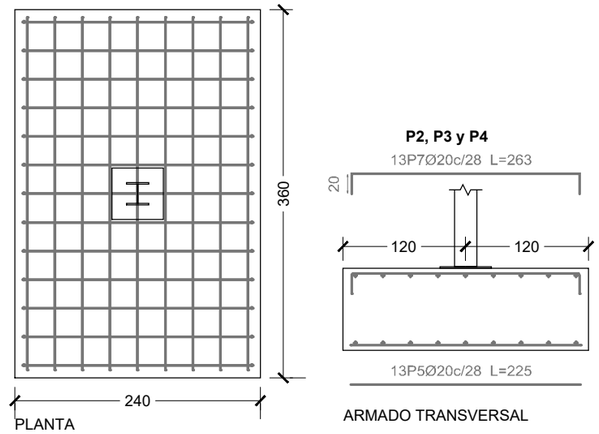


DETALLE ARMADO ZAPATAS **P2, P3 y P4**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.





PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat

Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO MARQUESINA 2

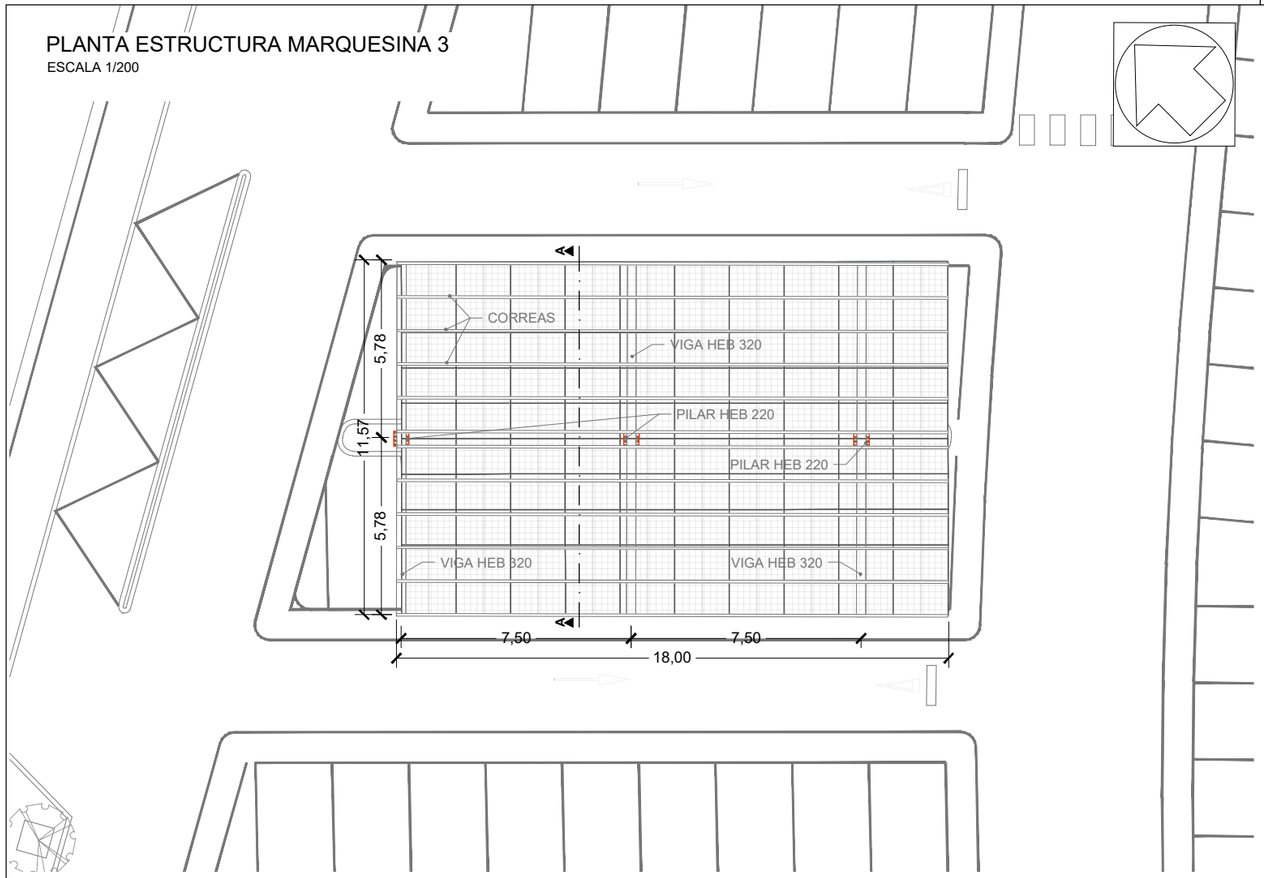
NÚMERO PLANO:

21.1

HOJA 3 DE 6

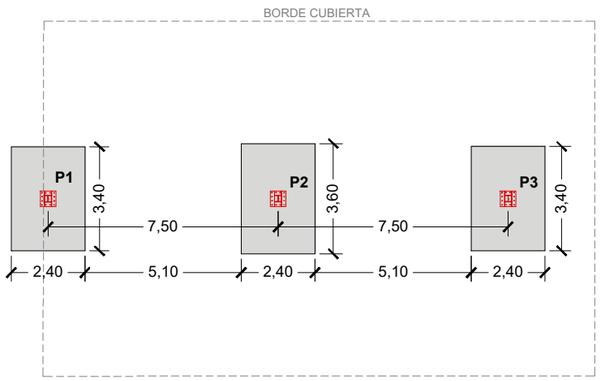
PLANTA ESTRUCTURA MARQUESINA 3

ESCALA 1/200



PLANTA CIMENTACIÓN MARQUESINA 3

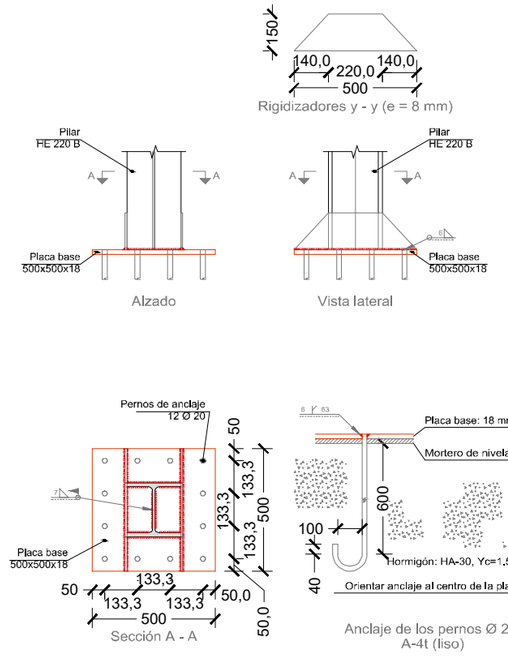
ESCALA 1/200



DETALLE TIPO 1

ESCALA 1/25

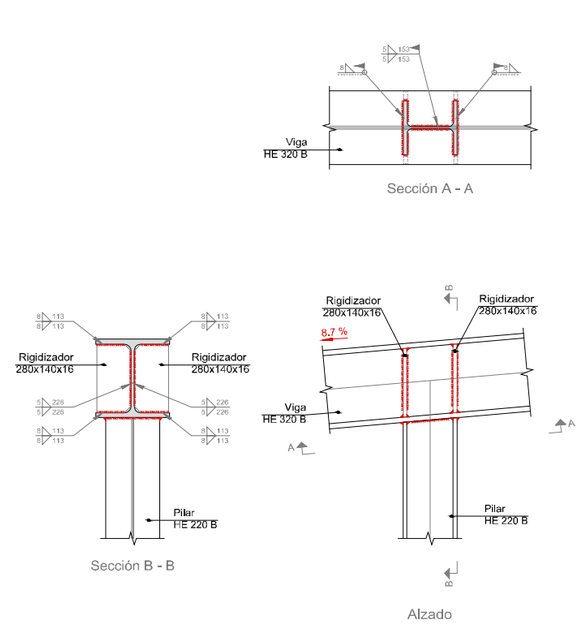
COTAS EN mm.



DETALLE TIPO 2

ESCALA 1/25

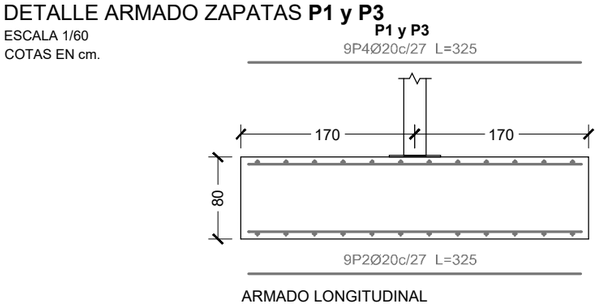
COTAS EN mm.



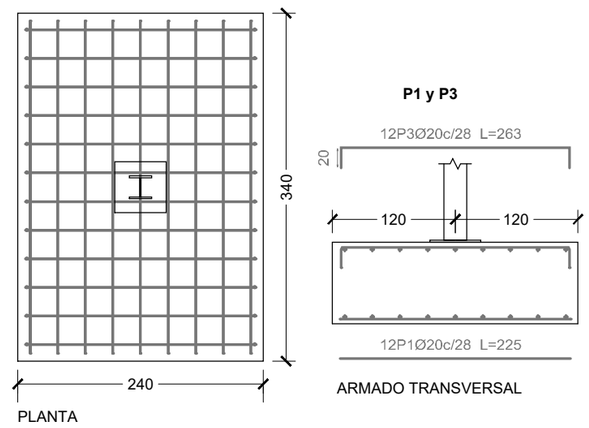
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P1 y P3**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO LONGITUDINAL



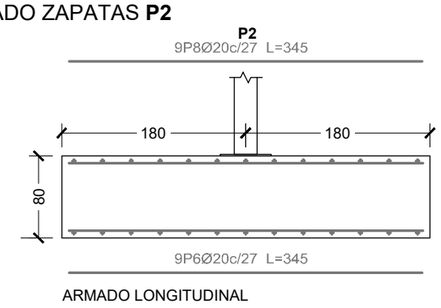
PLANTA

ARMADO TRANSVERSAL

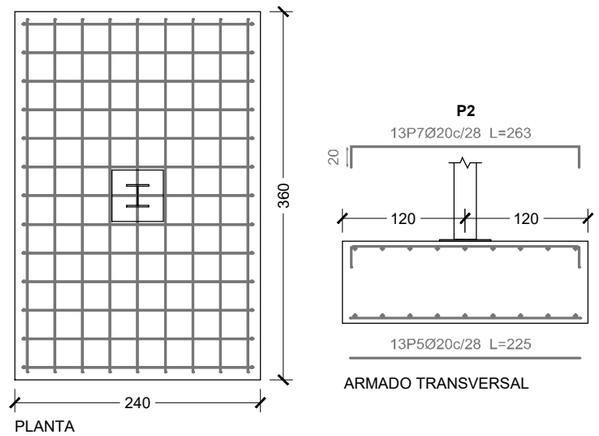
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P2**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO LONGITUDINAL



PLANTA

ARMADO TRANSVERSAL

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat

Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO MARQUESINA 3

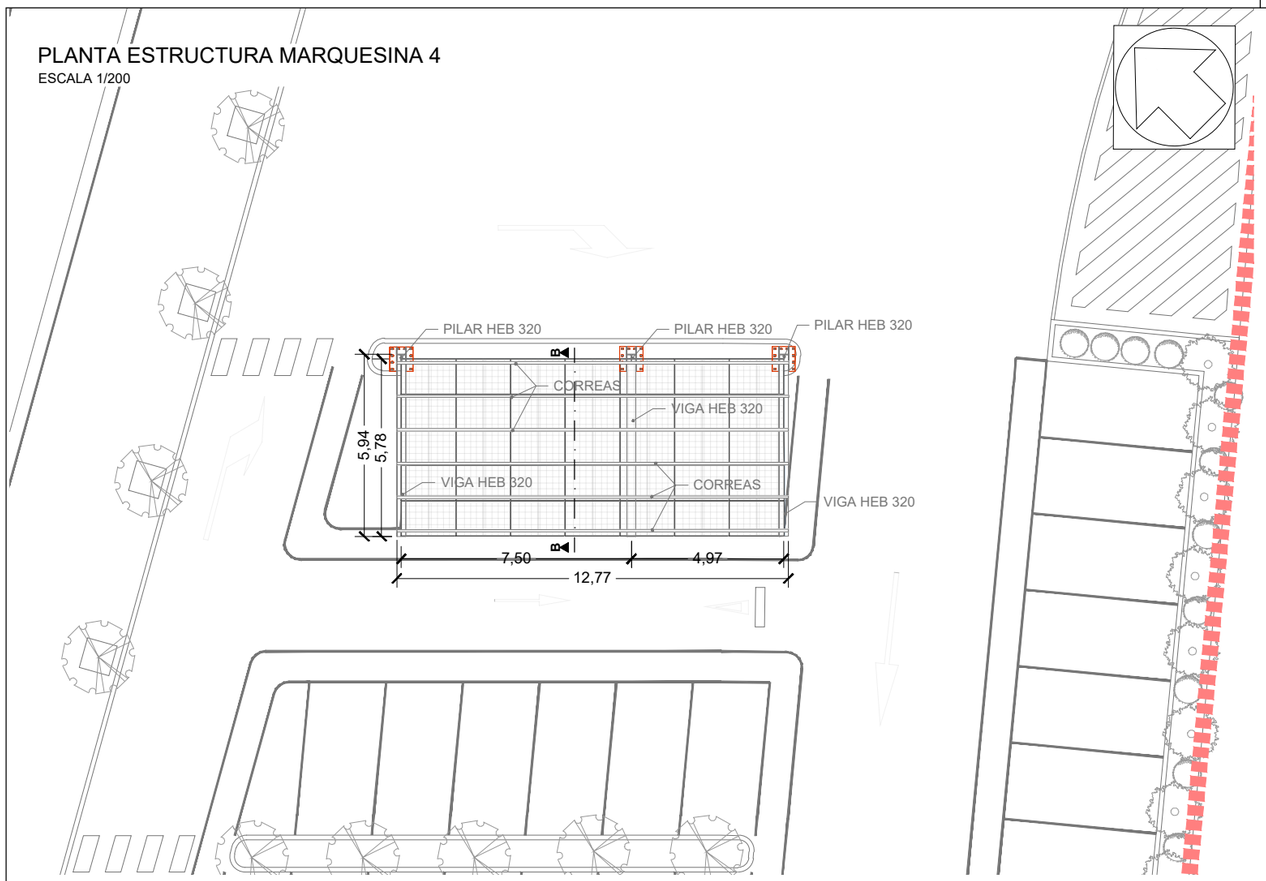
NÚMERO PLANO:

21.1

HOJA 4 DE 6

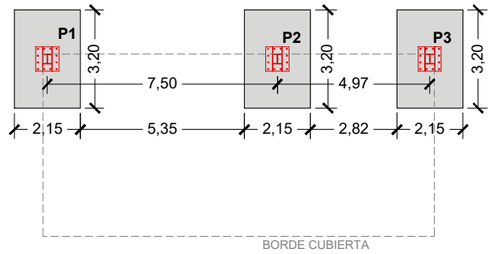
PLANTA ESTRUCTURA MARQUESINA 4

ESCALA 1/200



PLANTA CIMENTACIÓN MARQUESINA 4

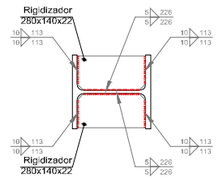
ESCALA 1/200



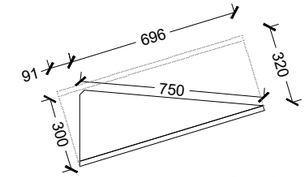
DETALLE TIPO 3

ESCALA 1/25

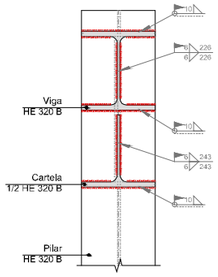
COTAS EN mm.



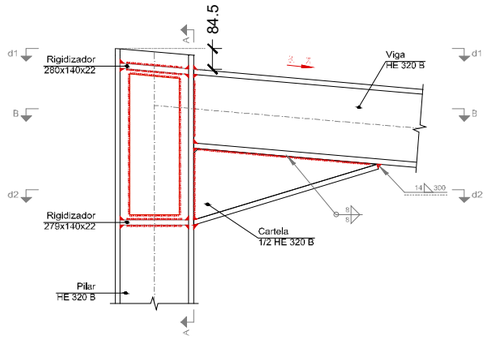
d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 320 B



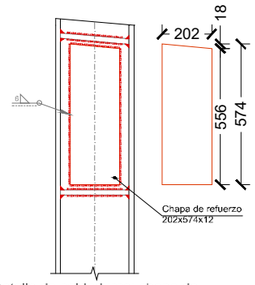
Detalle de la cartela (1/2 HE 320 B)



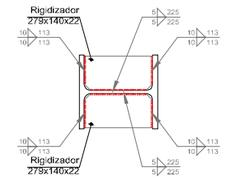
Sección A - A



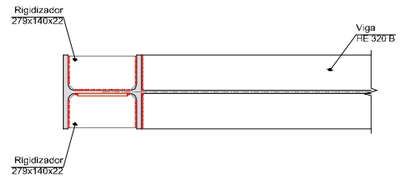
Alzado



Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar HE 320 B



d2.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 320 B

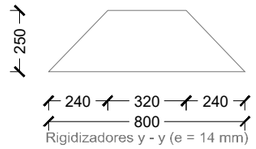


Sección B - B

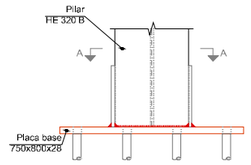
DETALLE TIPO 4

ESCALA 1/25

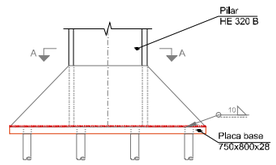
COTAS EN mm.



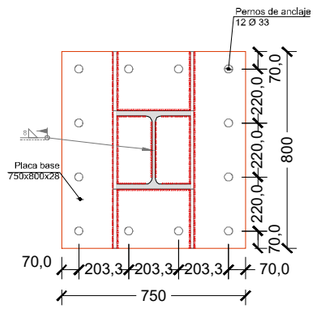
Rigidizadores y - y (e = 14 mm)



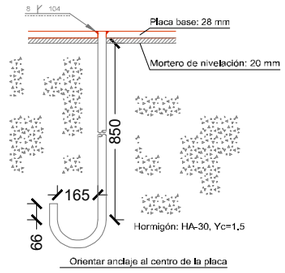
Alzado



Vista lateral



Sección A - A

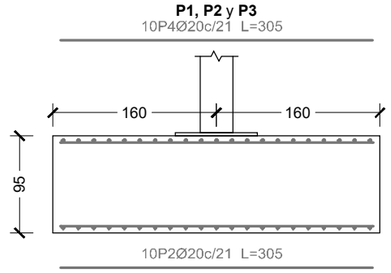


Anclaje de los pernos Ø 33, A-4t (liso)

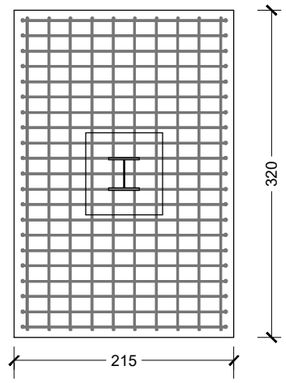
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P1, P2** y **P3**

ESCALA 1/60

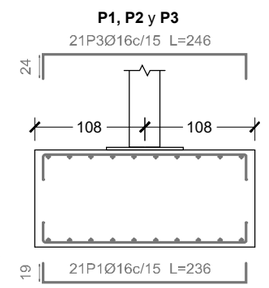
COTAS EN cm.



ARMADO LONGITUDINAL



PLANTA



ARMADO TRANSVERSAL

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO MARQUESINA 4

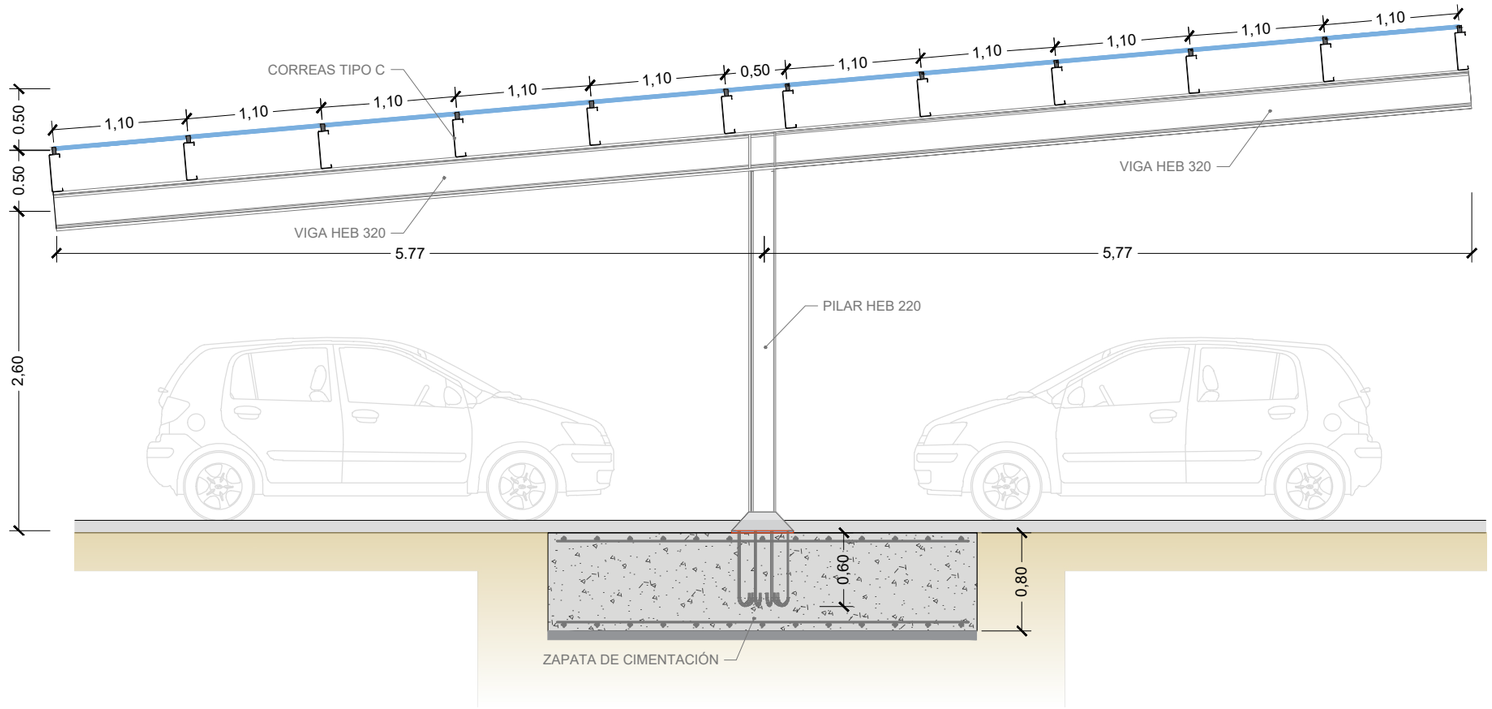
NÚMERO PLANO:

21.1

HOJA **5** DE **6**

SECCIÓN TIPO A-A

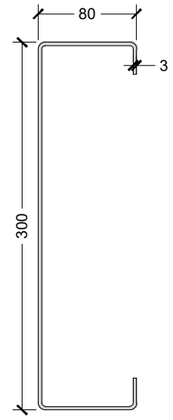
ESCALA 1/50



DETALLE CORREA TIPO **C**

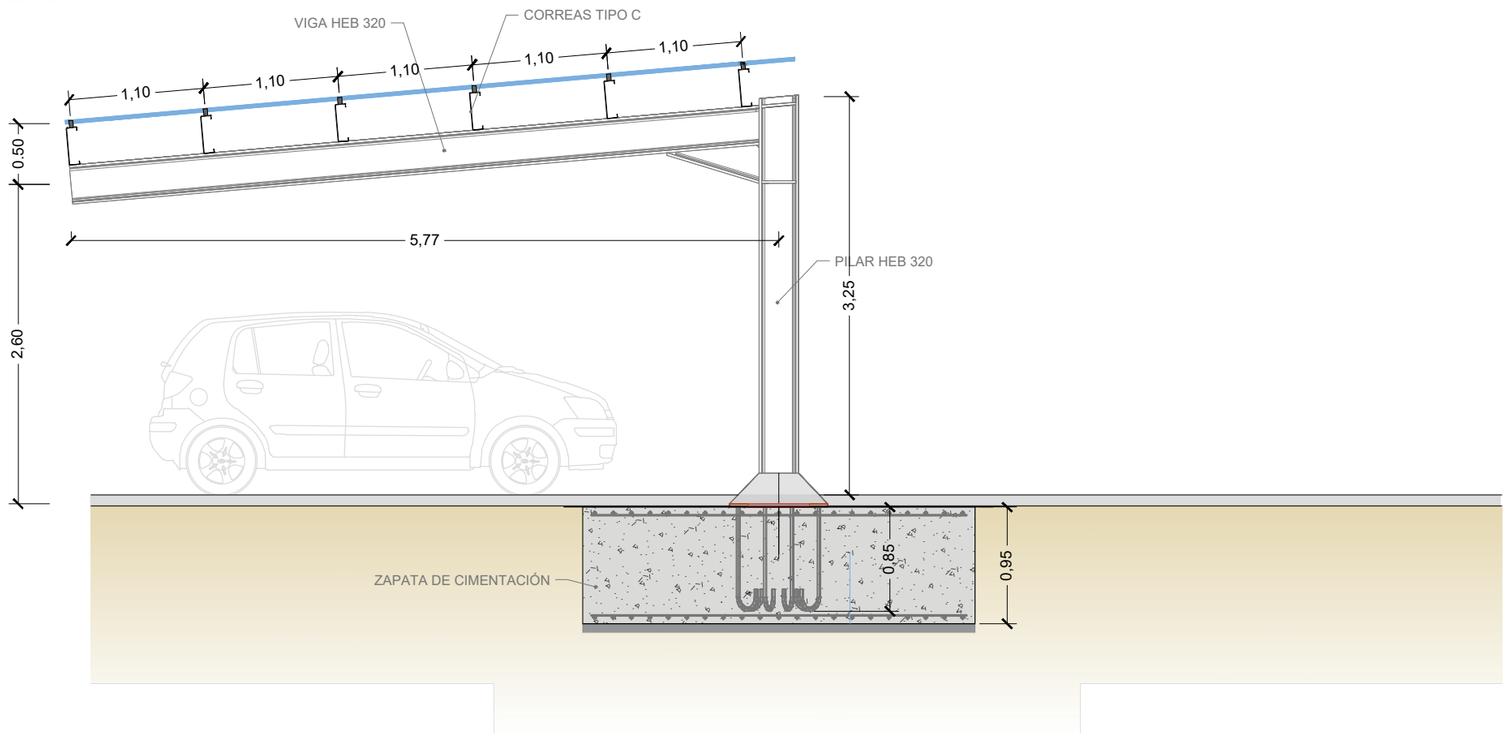
ESCALA 1/5

COTAS EN mm



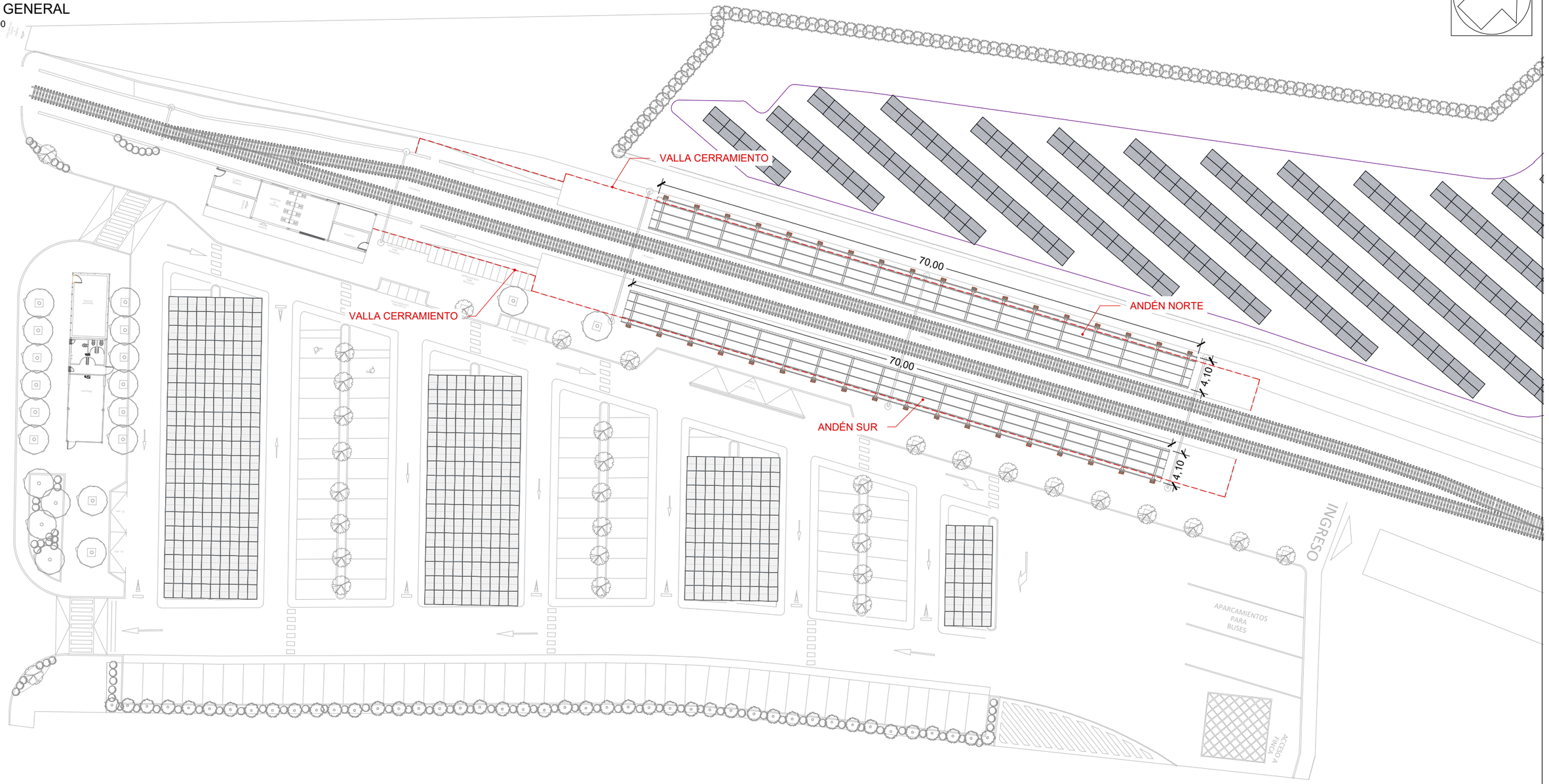
SECCIÓN TIPO B-B

ESCALA 1/50



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO SECCIONES TIPO	NÚMERO PLANO: 21.1 HOJA **6** DE **6**

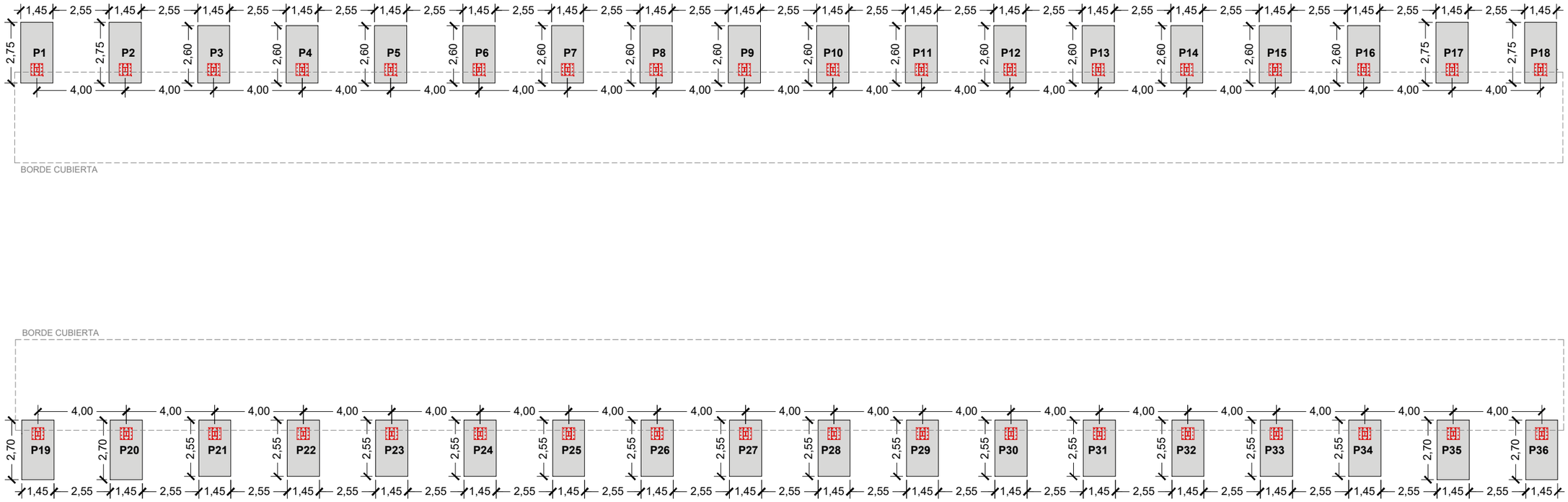
ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN PLANTA GENERAL	NÚMERO PLANO: 21.2 HOJA **1** DE **5**

PLANTA CIMENTACIÓN ANDÉN

ESCALA 1/200

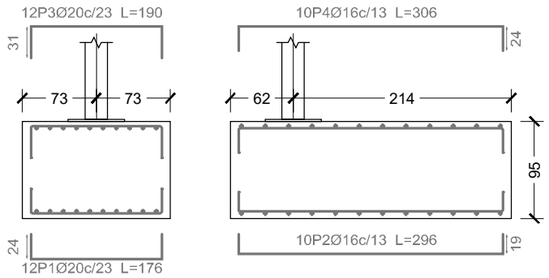


ARMADO ZAPATAS ANDÉN NORTE

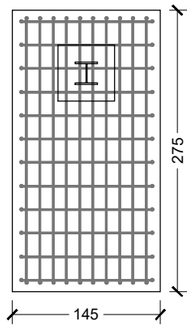
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P1, P2, P17 y P18**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO TRANSVERSAL ARMADO LONGITUDINAL

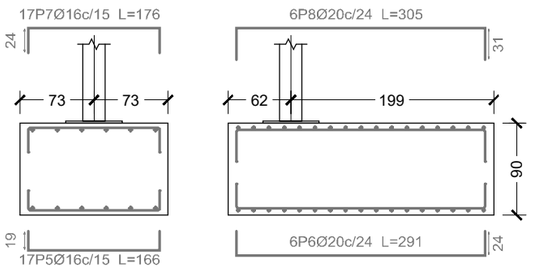


PLANTA

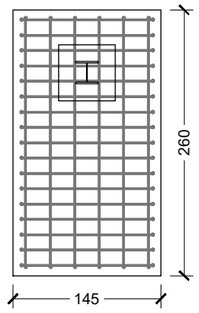
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15 y P16**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO TRANSVERSAL ARMADO LONGITUDINAL



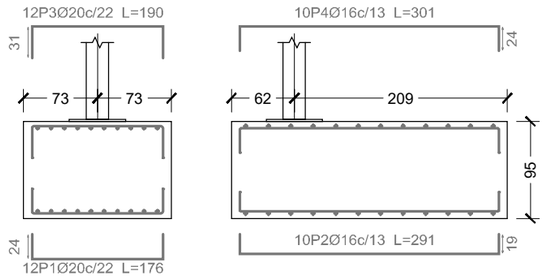
PLANTA

ARMADO ZAPATAS ANDÉN SUR

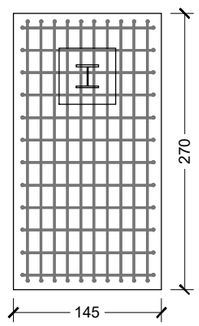
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P19, P20, P35 y P36**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO TRANSVERSAL ARMADO LONGITUDINAL

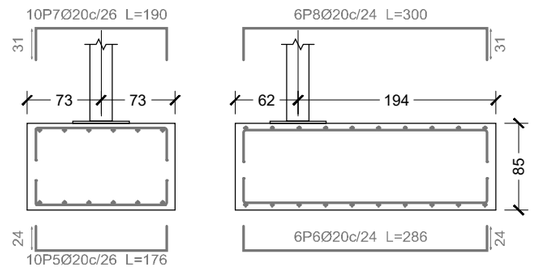


PLANTA

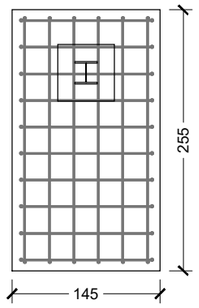
DETALLE ARMADO ZAPATAS **P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33 y P34**

ESCALA 1/60

COTAS EN cm.



ARMADO TRANSVERSAL ARMADO LONGITUDINAL

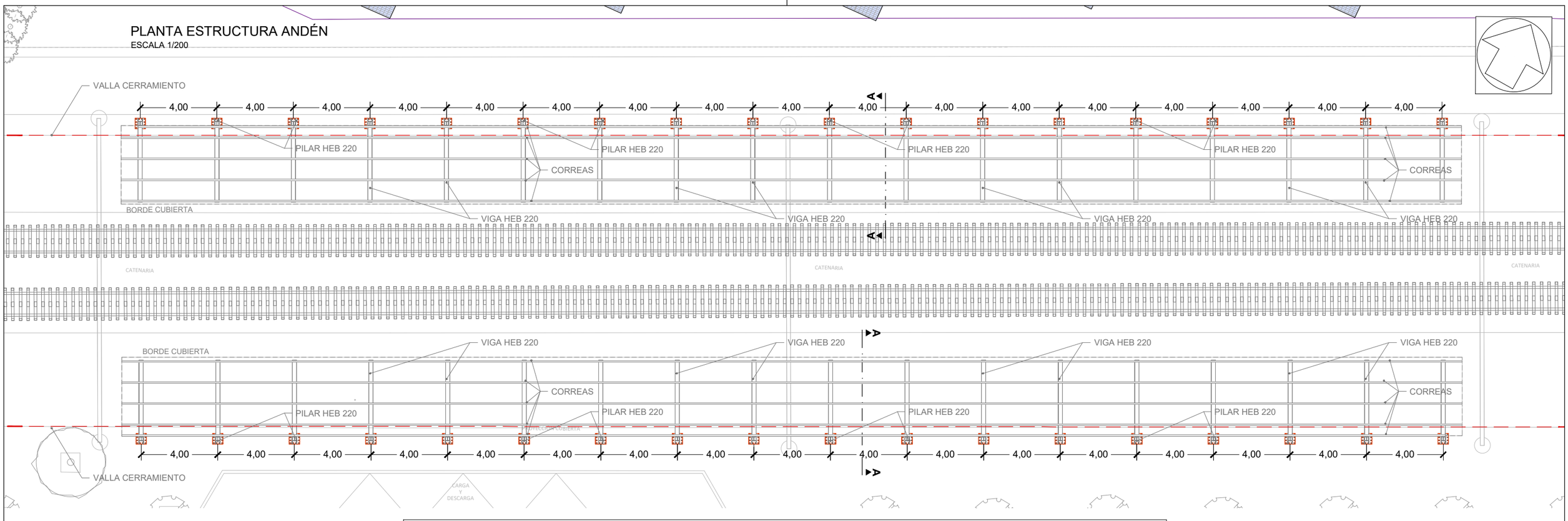


PLANTA

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Martínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN CIMENTACIÓN	NÚMERO PLANO: 21.2 HOJA 2 DE 5

PLANTA ESTRUCTURA ANDÉN

ESCALA 1/200



DETALLES ESTRUCTURA ANDÉN NORTE Y SUR

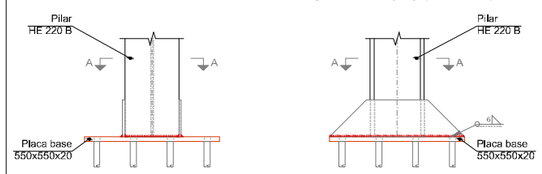
DETALLE TIPO 1

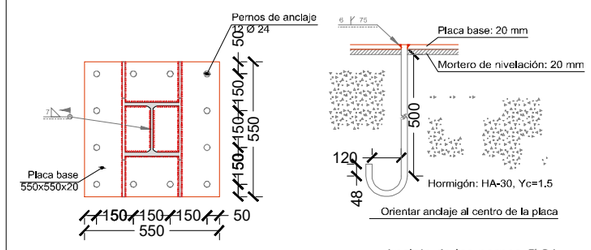
ESCALA 1/25

COTAS EN mm.



Rigidizadores y - y (e = 9 mm)

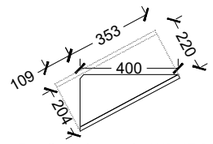




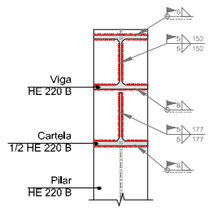
DETALLE TIPO 2

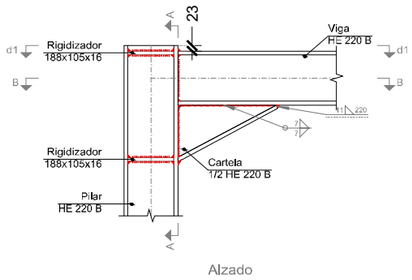
ESCALA 1/25

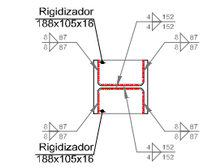
COTAS EN mm.



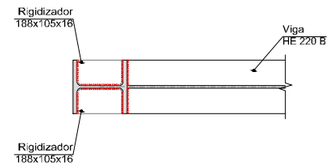
Detalle de la cartela (1/2 HE 220 B)







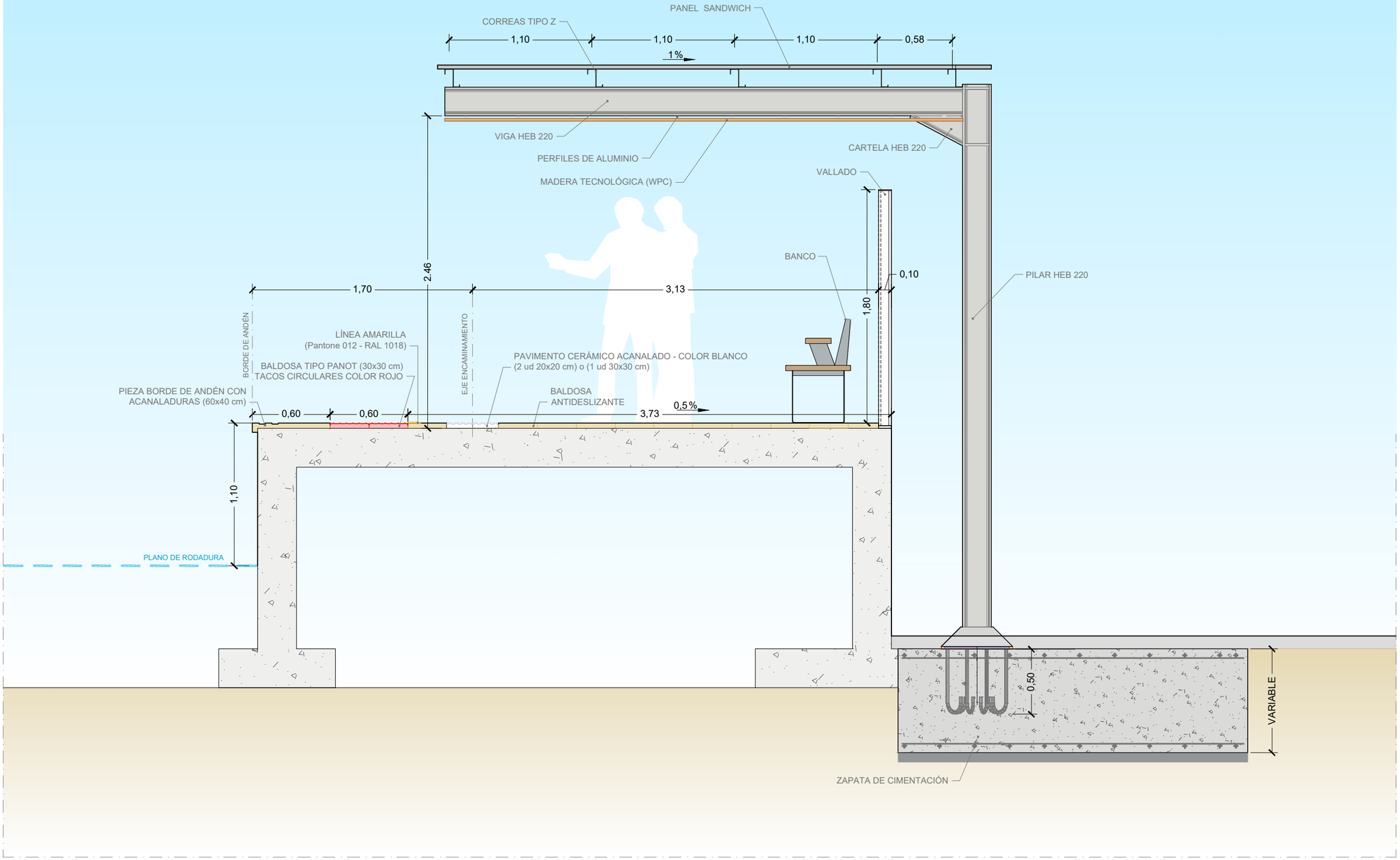
d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 220 B



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA; Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat; Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063; M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD; Antonio Martínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513; Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN PLANTA	NÚMERO PLANO: 21.2 HOJA 3 DE 5

SECCIÓN TIPO A-A

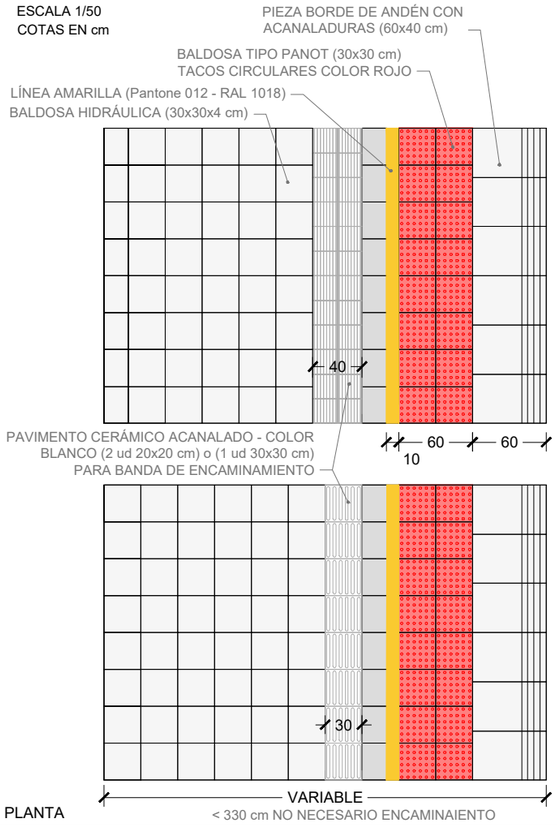
ESCALA 1/30



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/30 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN SECCIÓN TIPO	NÚMERO PLANO: 21.2 HOJA 4 DE 5

PAVIMENTO TIPO DE ANDÉN

ESCALA 1/50
COTAS EN cm

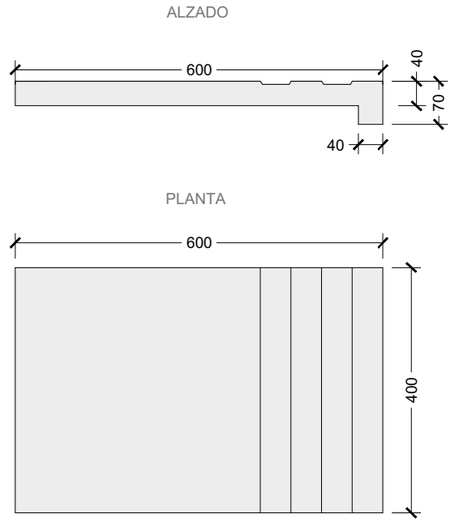


PLANTA

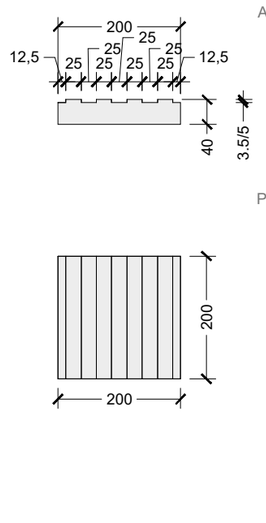
DESPIECE DE PAVIMENTO

ESCALA 1/10
COTAS EN mm

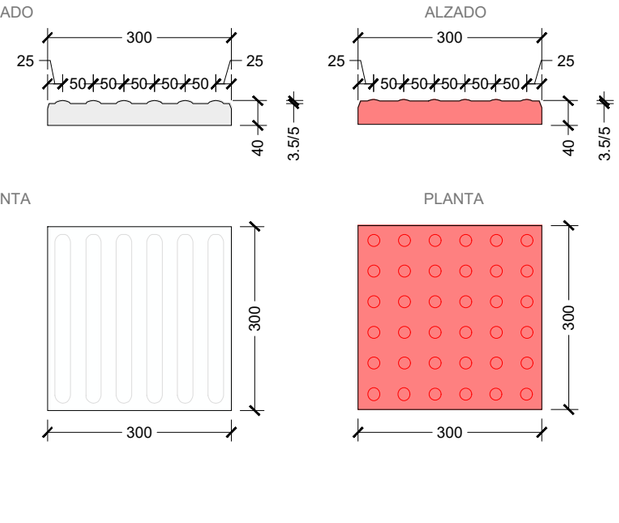
PIEZA BORDE DE ANDÉN CON ACANALADURAS (600x400 mm)



PAVIMENTO CERÁMICO ACANALADO - COLOR BLANCO (2 ud 200x200 mm) o (1 ud 300x300 mm) PARA BANDA DE ENCAMINAMIENTO

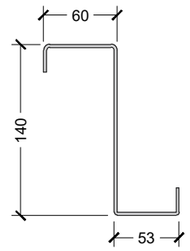


BALDOSA TIPO PANOT (300x300 mm) TACOS CIRCULARES COLOR ROJO



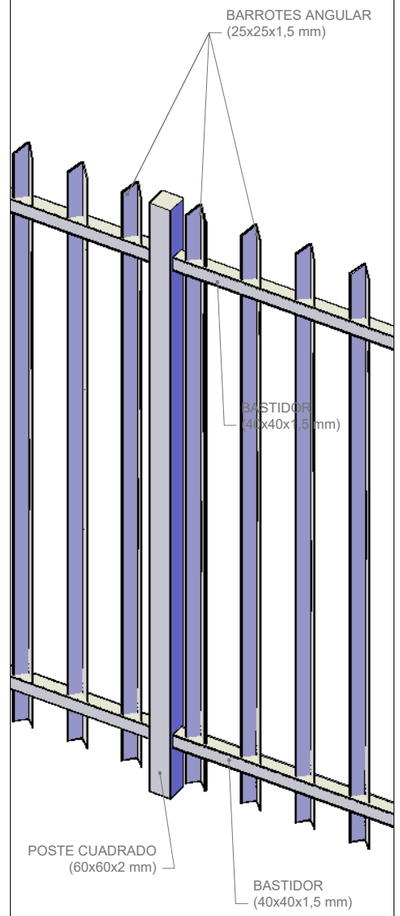
DETALLE CORREA TIPO **Z**

ESCALA 1/5
COTAS EN mm



DETALLE DE VERJA

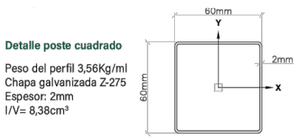
S/E



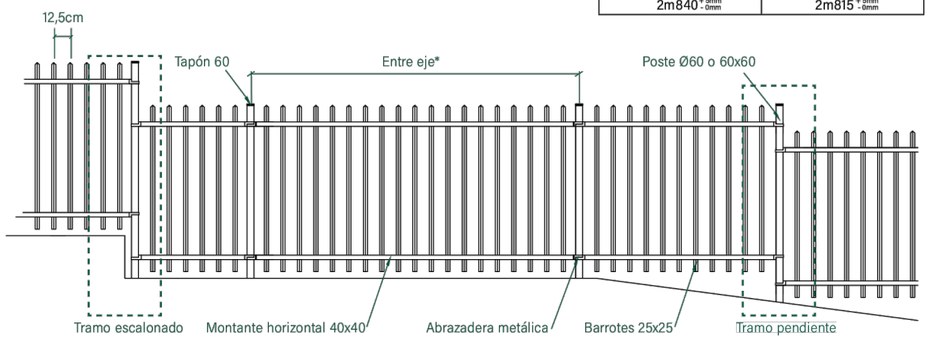
ISOMETRÍA

DETALLES GENERALES DE VERJA

SIN ESCALA



*Entre ejes	
Poste redondo	Poste cuadrado
2m840 $^{+5mm}_{-0mm}$	2m815 $^{+5mm}_{-0mm}$



TRAMO ESCALONADO Y PENDIENTE

- Un sólo modelo de abrazadera resuelve los cambios de dirección en diferentes ángulos, las pendientes y los tramos escalonados, sin necesidad de soldaduras.
- En el tramo escalonado y el tramo pendiente colocar el poste más largo (longitud normal + escalón/desnivel) en la parte baja y fijar al mismo los bastidores de ambos tramos superior e inferior.

ALTURA	PANEL		POSTE					
			POSTE REDONDO		POSTE CUADRADO		LONGITUD	
	LONGITUD	ALTURA	TIPO (mm)	ENTRE EJE	TIPO (mm)	ENTRE EJE	CIMENTADO	SOBRE PLACA
1m00	2m750	1m00	Ø60x2	2m840 $^{+5mm}_{-0mm}$	60x60x2	2m815 $^{+5mm}_{-0mm}$	1m30	1m05
1m20		1m20					1m50	1m25
1m50		1m50					1m90	1m55
1m80		1m80	Ø60x3				2m15	1m85
2m00		2m00					2m35	2m05

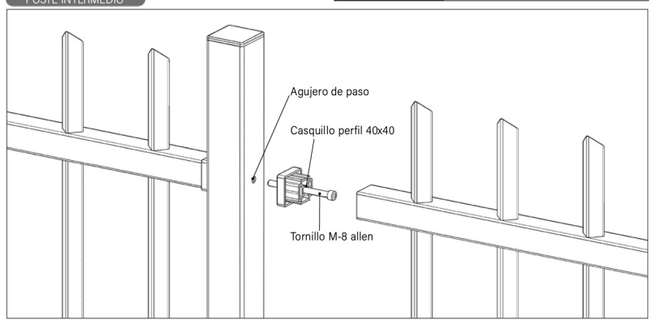
NOTA: Para tramos de más de 10 bastidores, es recomendable reajustar los entre ejes para no acumular errores en la medida

La unión entre poste y bastidor se realiza con casquillos de plástico de gran resistencia.

SISTEMA DE UNIÓN POSTE CUADRADO	
APLICACIÓN	Postes cuadrados de 60x60mm
MATERIAL	Casquillos fabricados en polipropileno
ACABADO	Polipropileno color negro
COMPOSICIÓN	Casquillo + Tornillería M.8 + Tuerca M.8

POSTES INTERMEDIOS	
POSTES INTERMEDIOS	4 uds. Casquillo + 2 uds. de tornillería
POSTES ÁNGULO	4 uds. Casquillo + 4 uds. de tornillería
POSTES EXTREMO	2 uds. Casquillo + 2 uds. de tornillería

POSTE INTERMEDIO



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Martínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

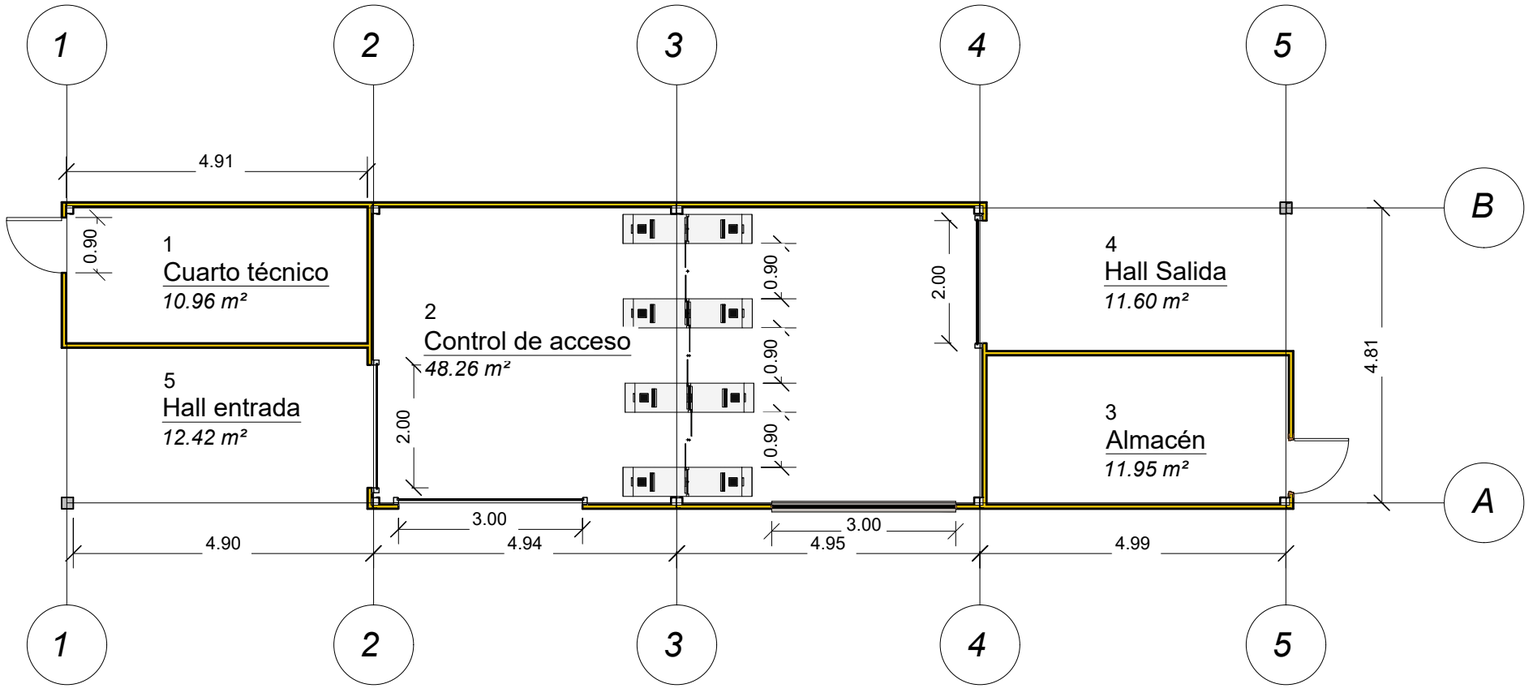
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

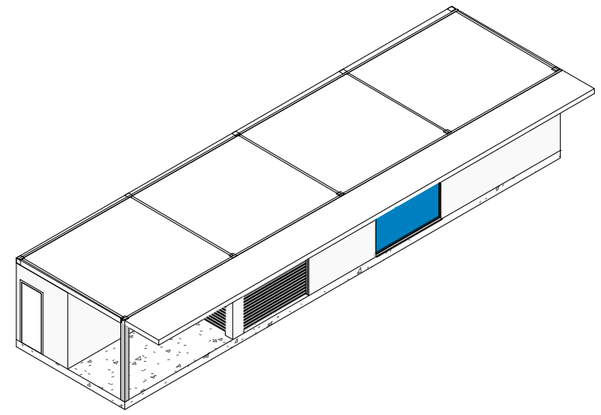
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
ESTRUCTURA MARQUESINA ANDÉN
DETALLES

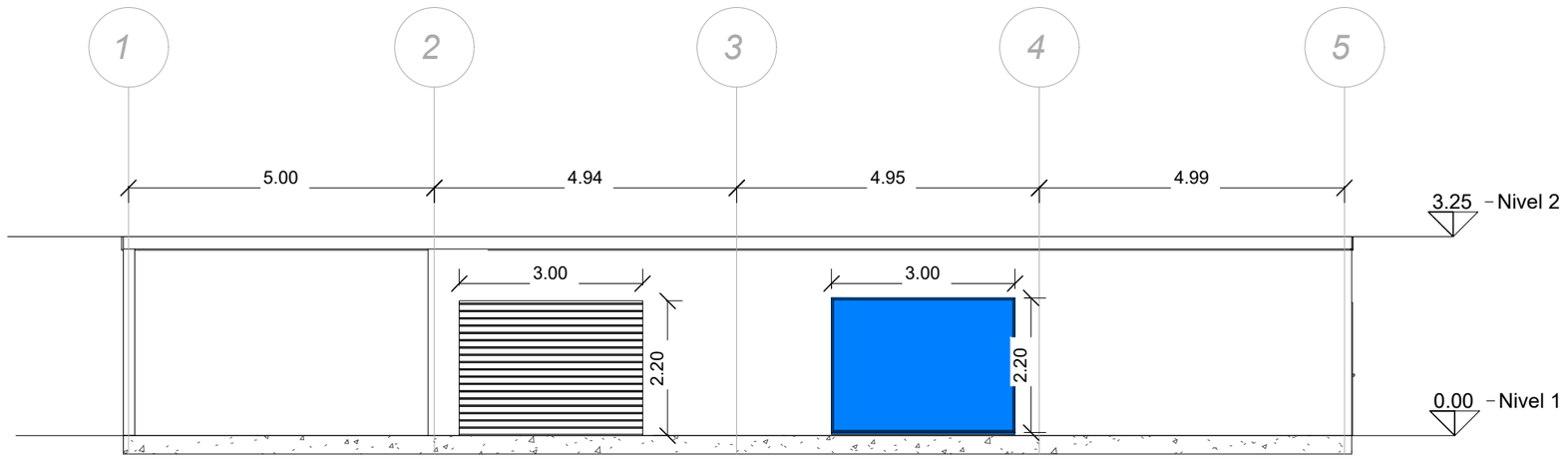
NÚMERO PLANO:
21.2
HOJA 5 DE 5



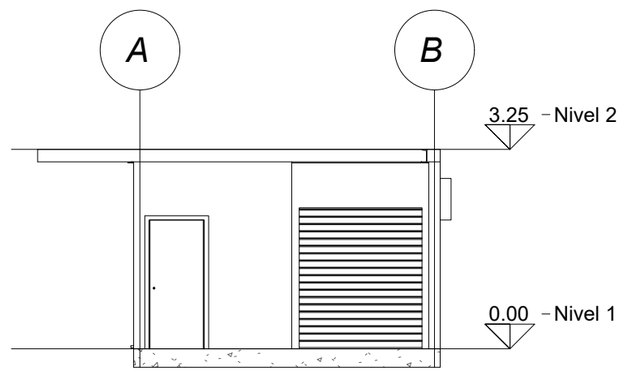
PLANTA E: 1/100



ISOMETRÍA



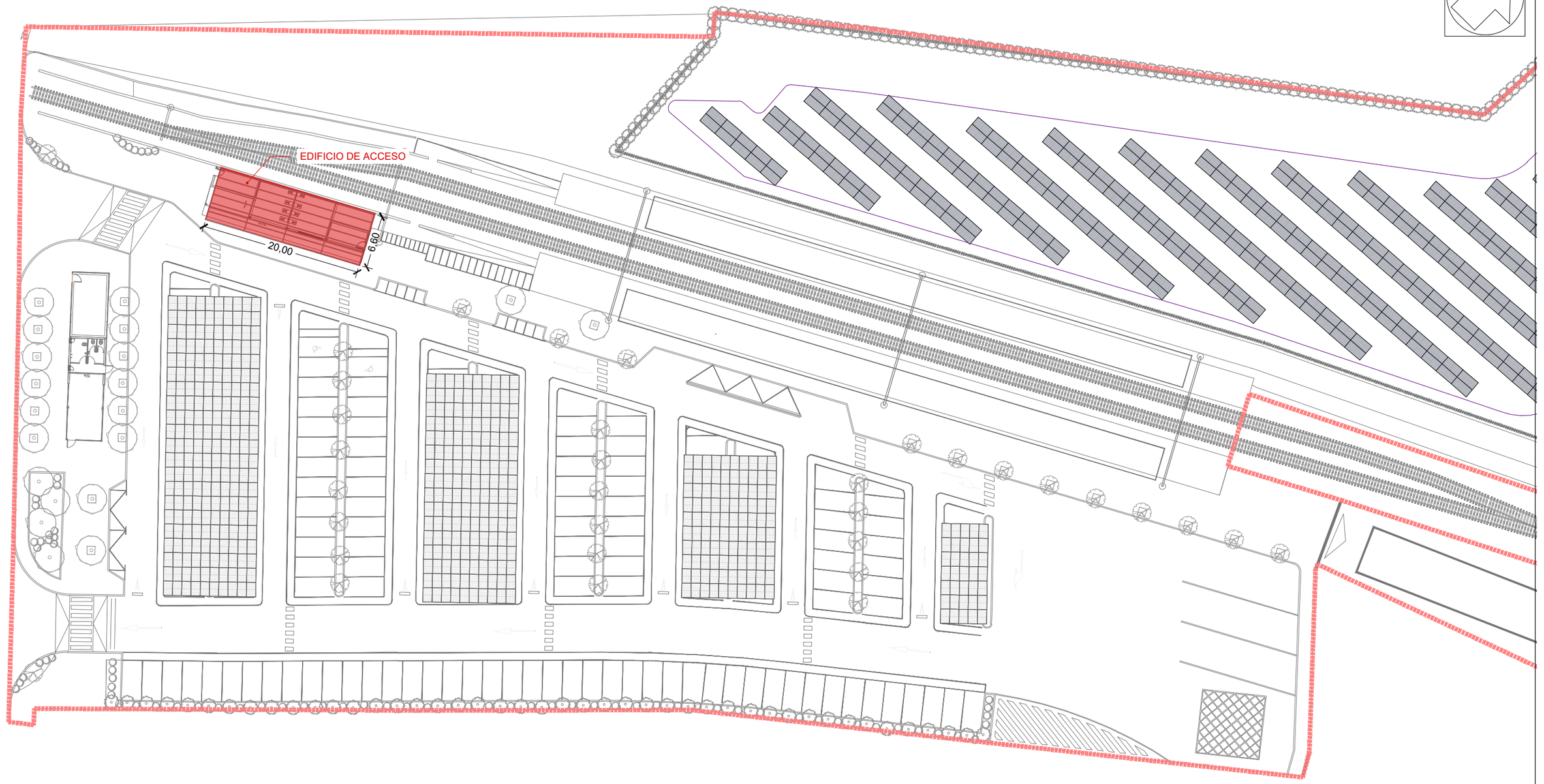
ALZADO SUR E: 1/100



ALZADO ESTE E: 1/100

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: · FECHA: DICIEMBRE 2025 · NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: PLANTA Y ALZADOS	NÚMERO PLANO: 22.1 · HOJA 1 DE 1

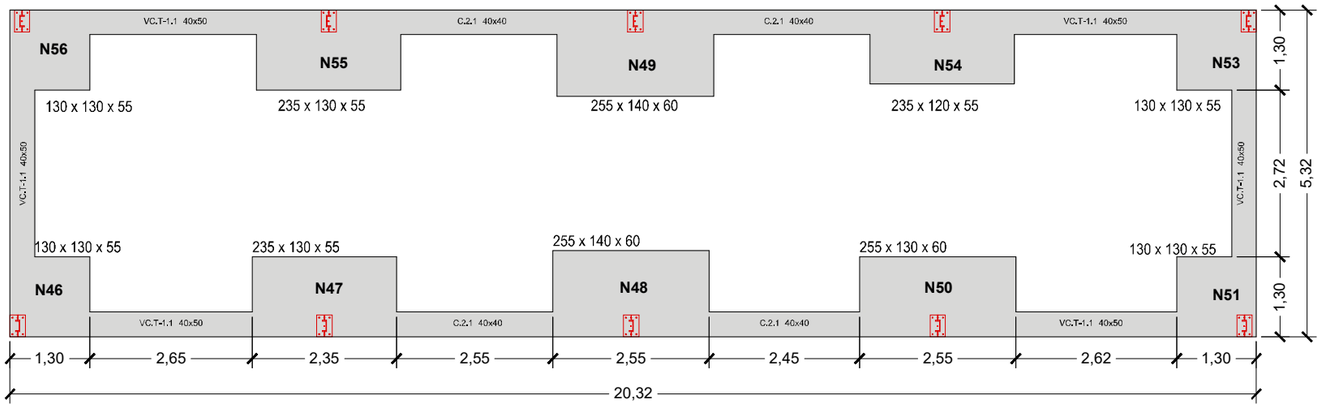
ESTRUCTURA EDIFICIO DE ACCESO
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA EDIFICIO DE ACCESO PLANTA GENERAL	NÚMERO PLANO: 22.2 HOJA 1 DE 3

PLANTA CIMENTACIÓN EDIFICIO DE ACCESO

ESCALA 1//100

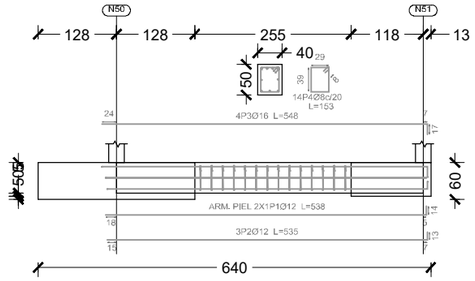


DESPIECE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

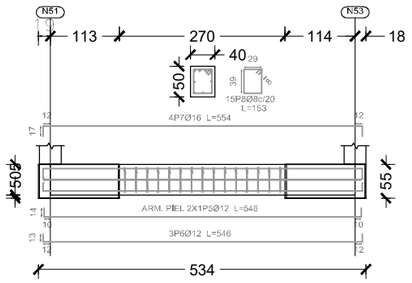
ESCALA 1//100

COTAS EN cm

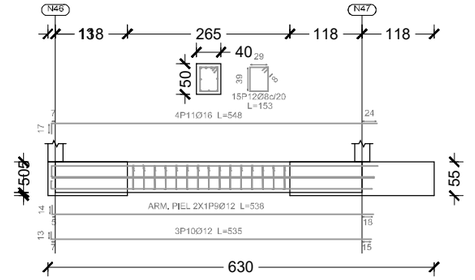
VC.T-1.1 [N50-N51] y VC.T-1.1 [N55-N56]



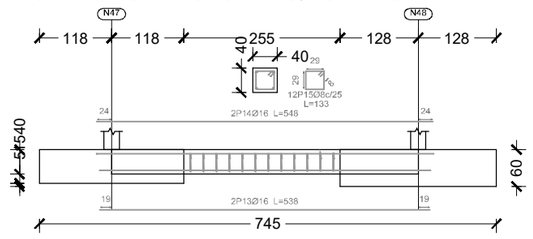
VC.T-1.1 [N51-N53] y VC.T-1.1 [N56-N46]



VC.T-1.1 [N46-N47] y VC.T-1.1 [N53-N54]



C [N47-N48], C [N48-N50], C [N54-N49] y C [N49-N55]

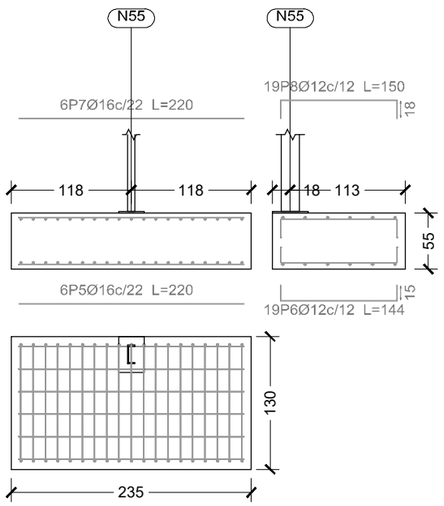


DESPIECE DE ZAPATAS

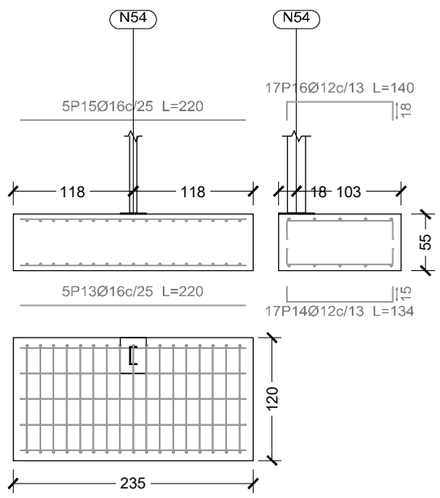
ESCALA 1//60

COTAS EN cm

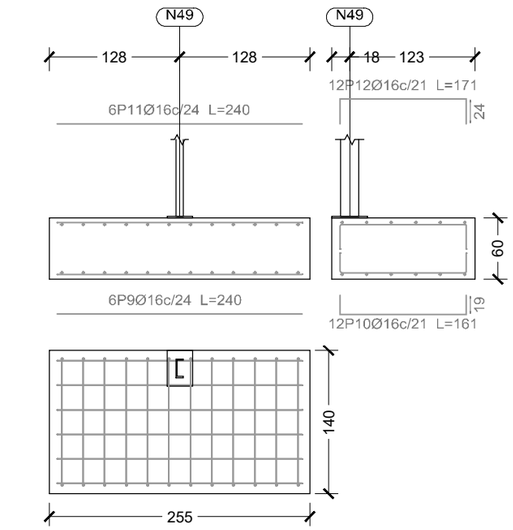
N55 y N47



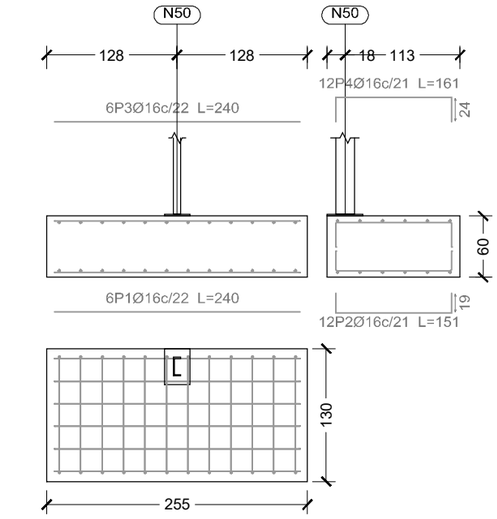
N54



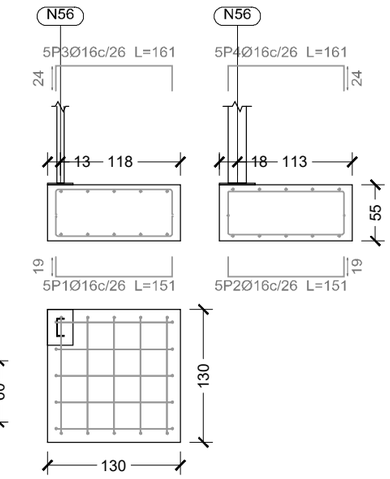
N49 y N48



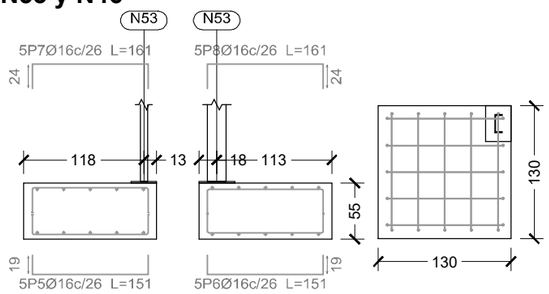
N50



N56 y N51

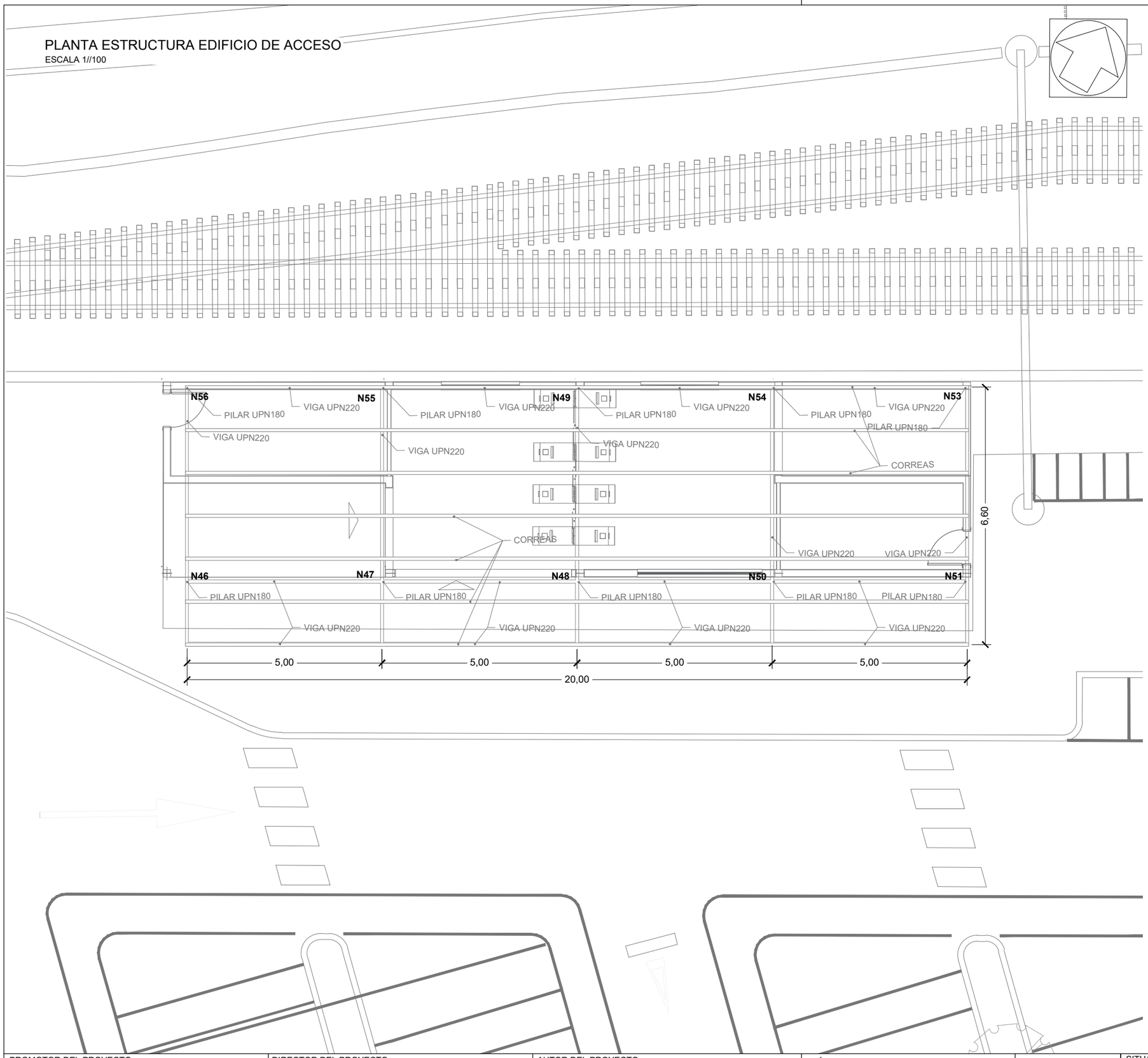


N53 y N46

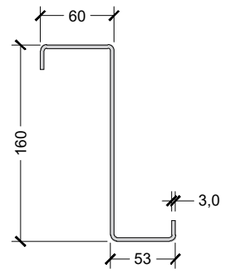


PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA; Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat; Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063; M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD; Antonio Martínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513; Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA EDIFICIO DE ACCESO CIMENTACIÓN	NÚMERO PLANO: 22.2 HOJA 2 DE 3

PLANTA ESTRUCTURA EDIFICIO DE ACCESO
ESCALA 1//100

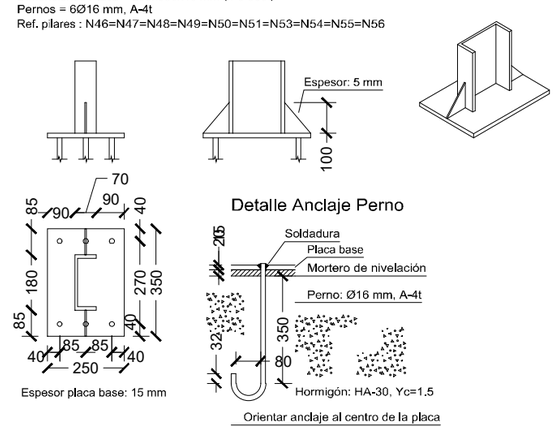


DETALLE CORREA TIPO **Z**
ESCALA 1/5
COTAS EN mm



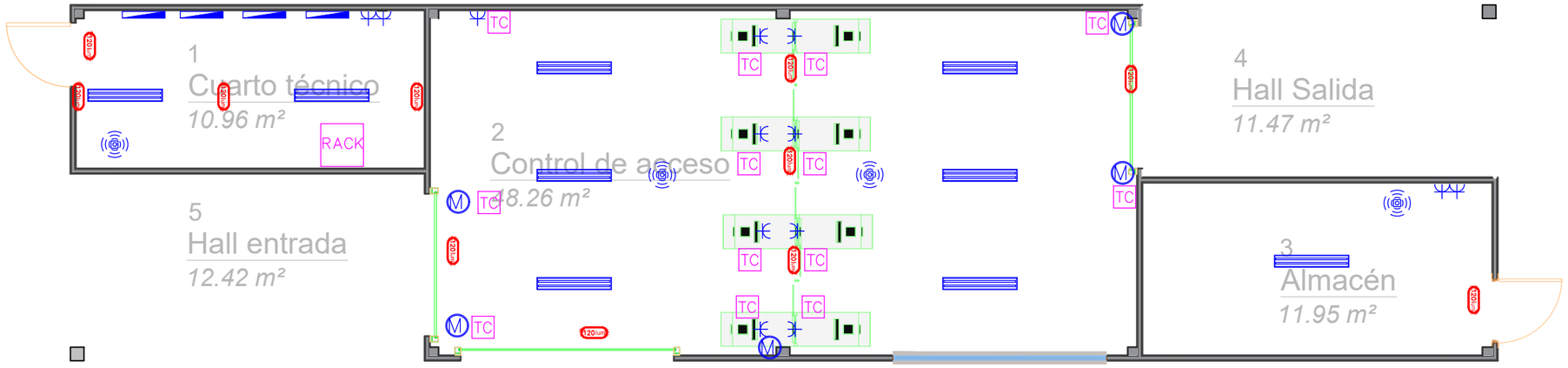
DETALLE TIPO2
ESCALA 1/20
COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 250x350x15 mm (Fe 360)
Pernos = 6Ø16 mm, A-4t
Ref. pilares : N46=N47=N48=N49=N50=N51=N53=N54=N55=N56



Espesor placa base: 15 mm

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA · Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat · Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 · M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 · Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA EDIFICIO DE ACCESO PLANTAS Y DETALLES	NÚMERO PLANO: 22.2 HOJA 3 DE 3



LEYENDA ELÉCTRICA

- PUNTO DE LUZ
- APLIQUE EN PARED
- PULSADOR
- DETECTOR DE MOVIMIENTO
- TOMA DE ENCHUFE
- CUADRO ELÉCTRICO
- ZUMBADOR
- INTERRUPTOR SENCILLO
- LUMINARIA DE MERGENCIA (1000lum)
- LUMINARIA DE MERGENCIA (1000lum)
- MOTOR

LEYENDA M.B.T

TC — Toma CATV (5 a 1.000MHz) con cable 24 dB/100m a 860 en tubo de 20 mm

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

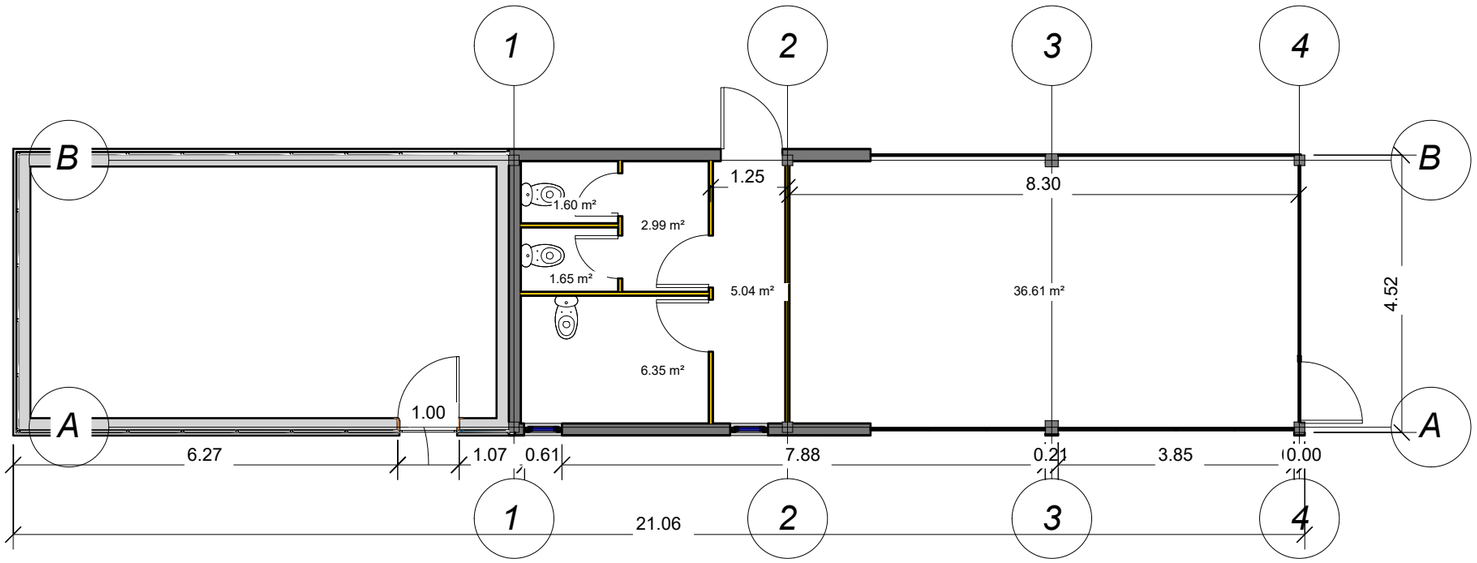
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/75
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

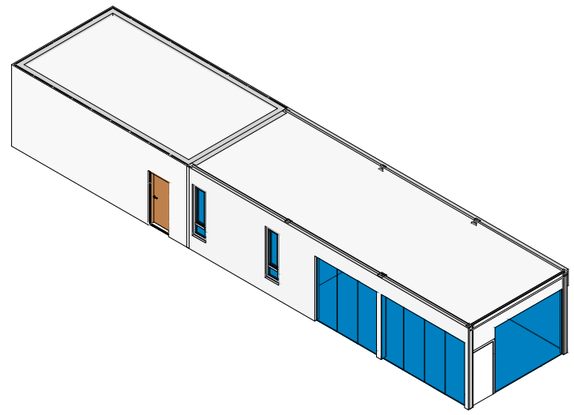
SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
INSTALACIONES EDIFICO DE ACCESOS

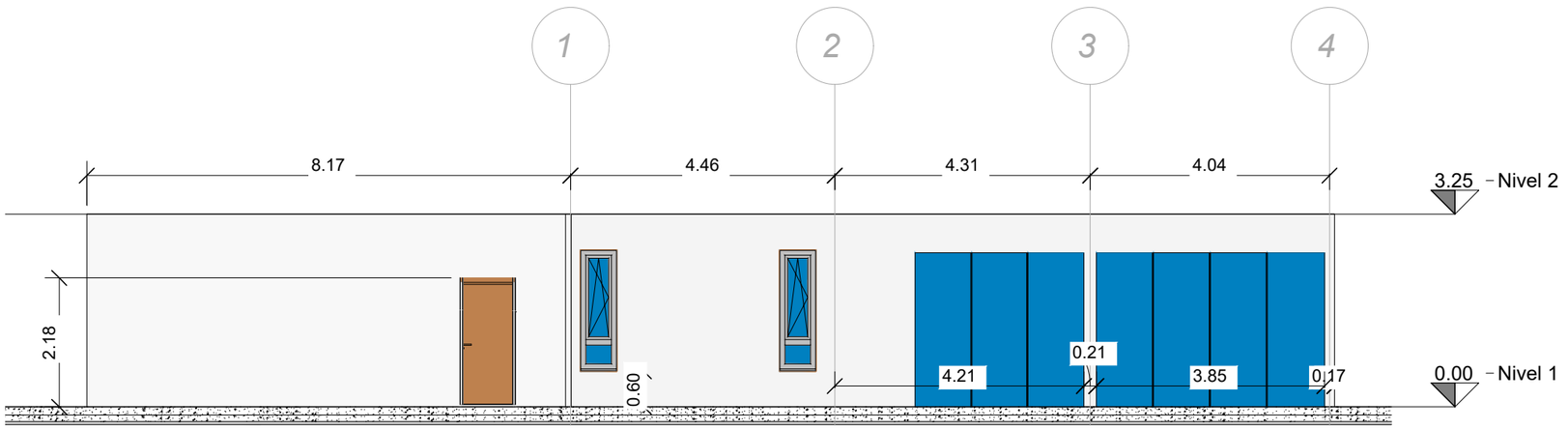
NÚMERO PLANO:
22.3
HOJA 1 DE 1



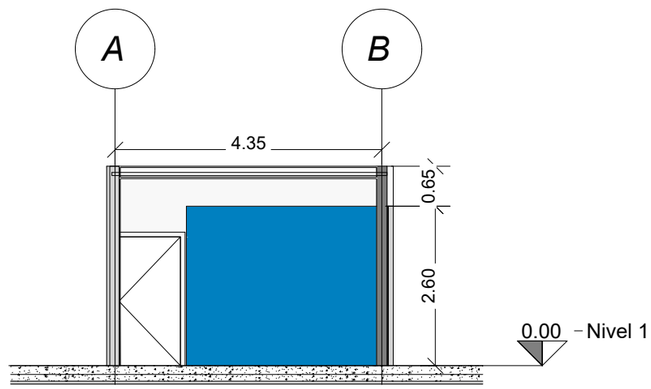
PLANTA E: 1/100



ISOMETRÍA

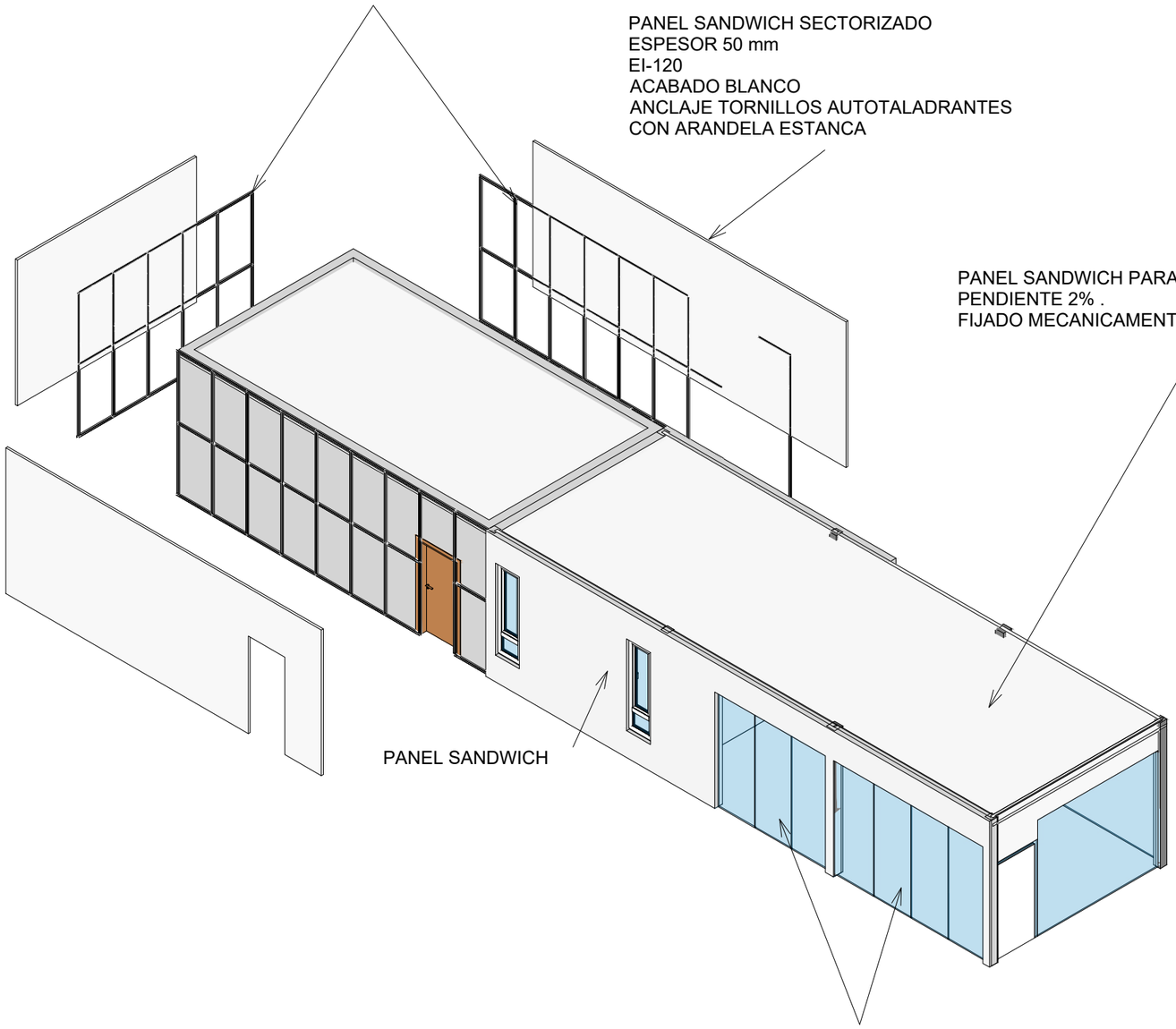


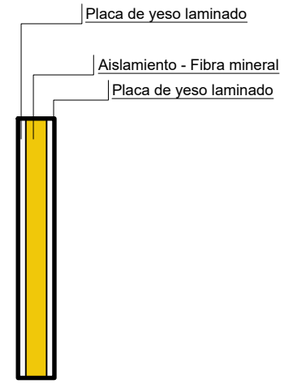
ALZADO SUR E: 1/100

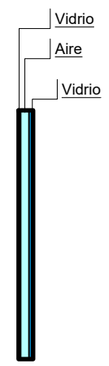


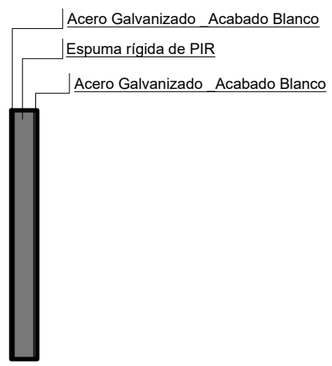
ALZADO ESTE E: 1/100

PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: / FECHA: DICIEMBRE 2025 / NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: PLANTA Y ALZADOS	NÚMERO PLANO: 23.1 HOJA 1 DE 1









PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3:

FECHA: DICIEMBRE 2025

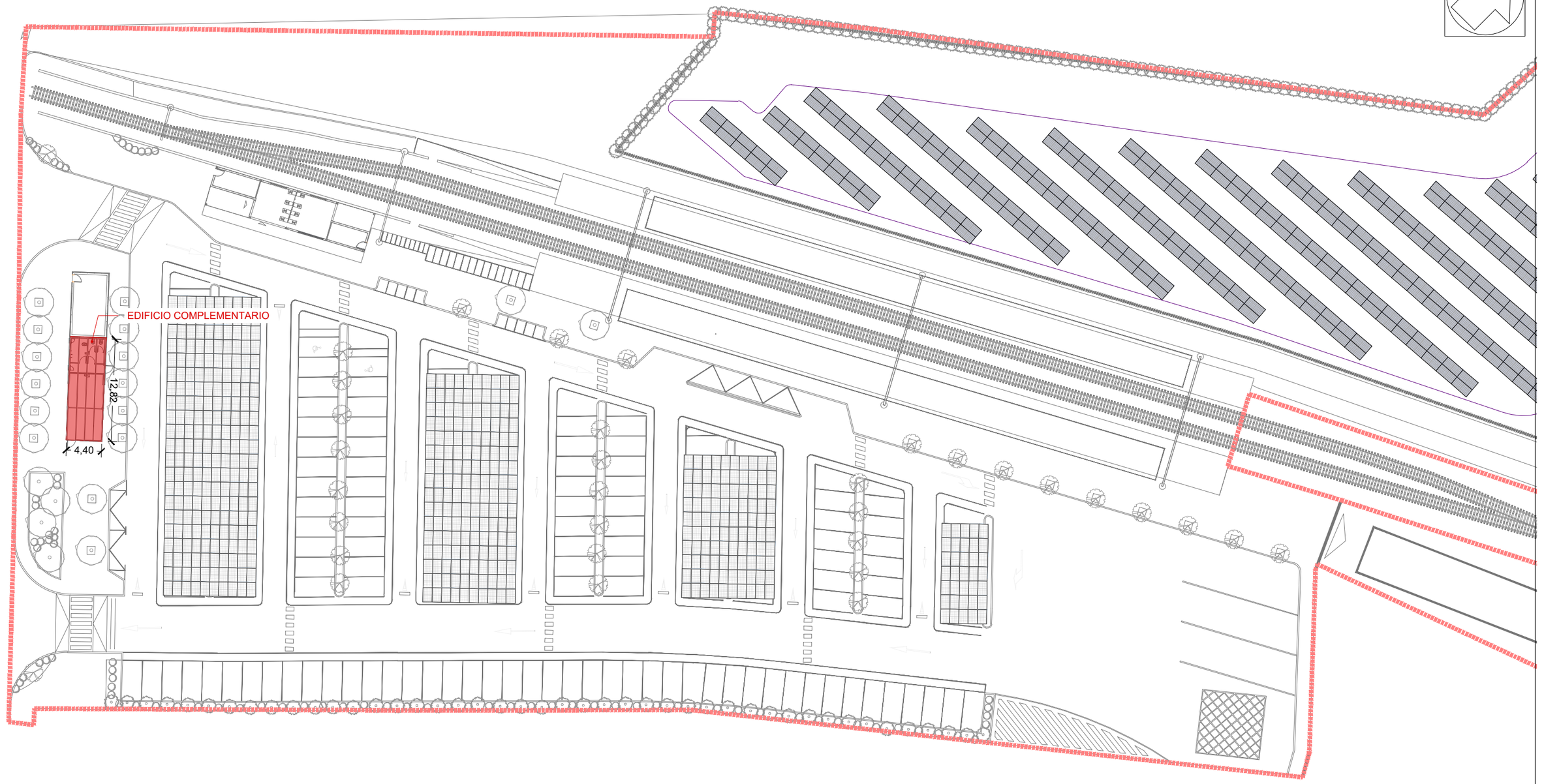
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
CERRAMIENTOS

NÚMERO PLANO:
23.2
HOJA 1 DE 1

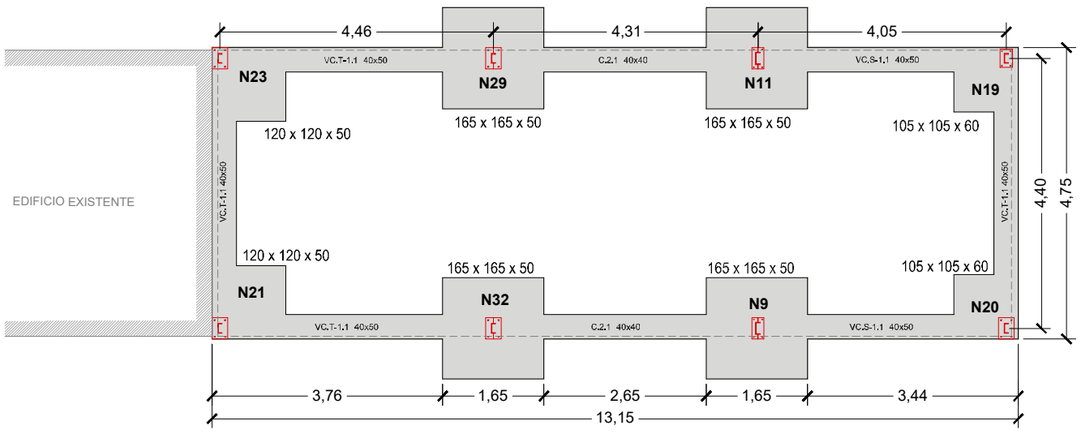
ESTRUCTURA EDIFICIO COMPLEMENTARIO
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: DCOD Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA EDIFICIO COMPLEMENTARIO PLANTA GENERAL	NÚMERO PLANO: 23.3 HOJA 1 DE 3

PLANTA CIMENTACIÓN EDIFICIO COMPLEMENTARIO

ESCALA 1//100

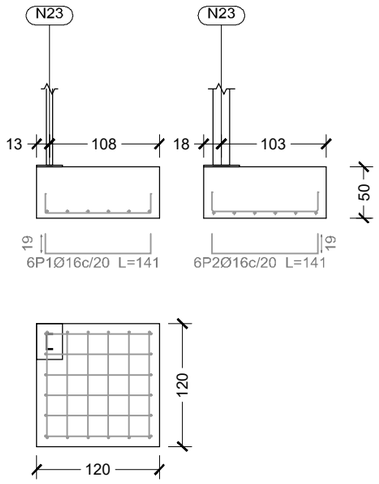


DESPIECE DE ZAPATAS

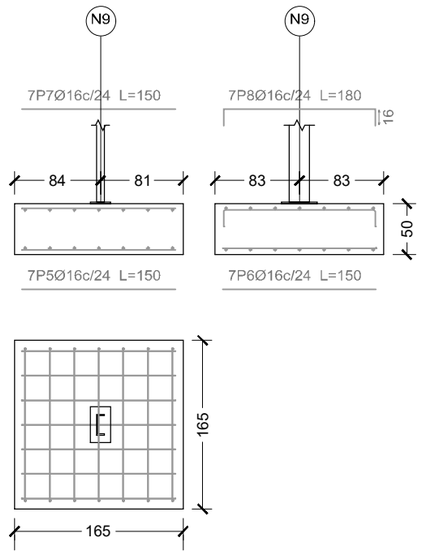
ESCALA 1//60

COTAS EN cm

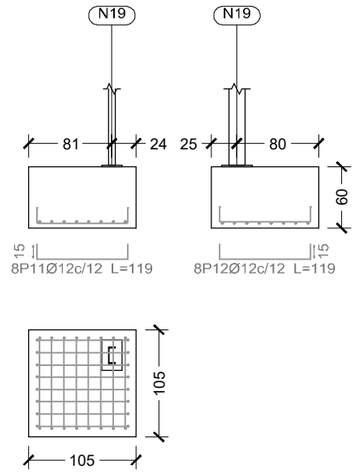
N23



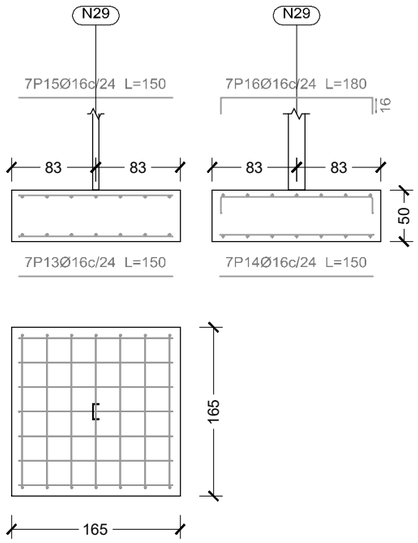
N9 y N11



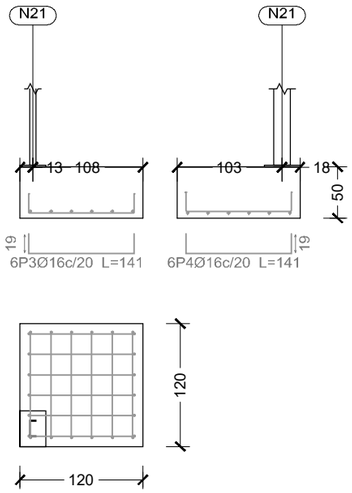
N19



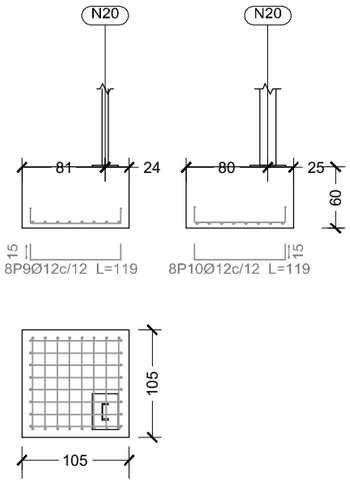
N29 y N32



N21



N20

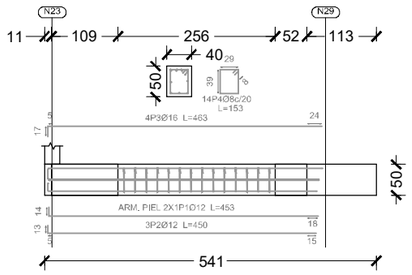


DESPIECE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

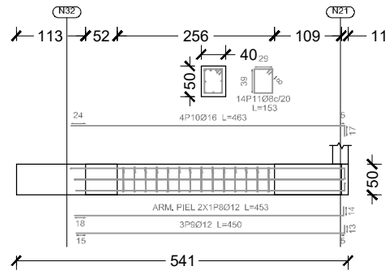
ESCALA 1//100

COTAS EN cm

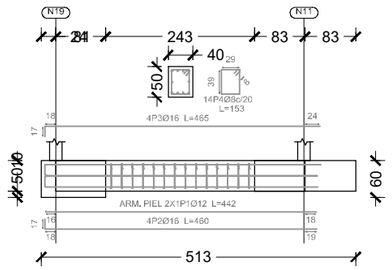
VC.T-1.1 [N23-N29]



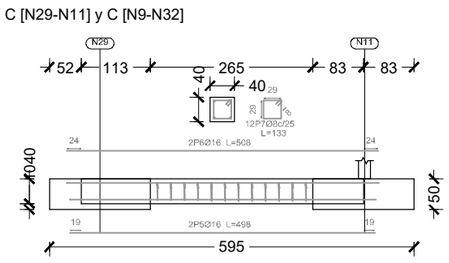
VC.T-1.1 [N32-N21]



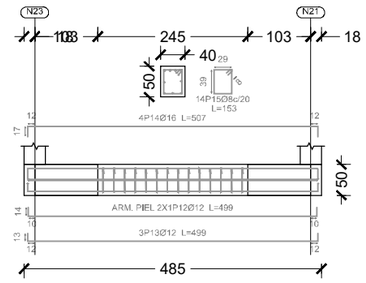
VC.S-1.1 [N19-N11] y VC.S-1.1 [N20-N9]



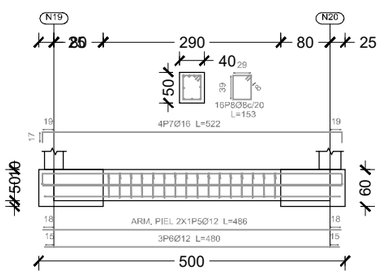
C [N29-N11] y C [N9-N32]



VC.T-1.1 [N23-N21]



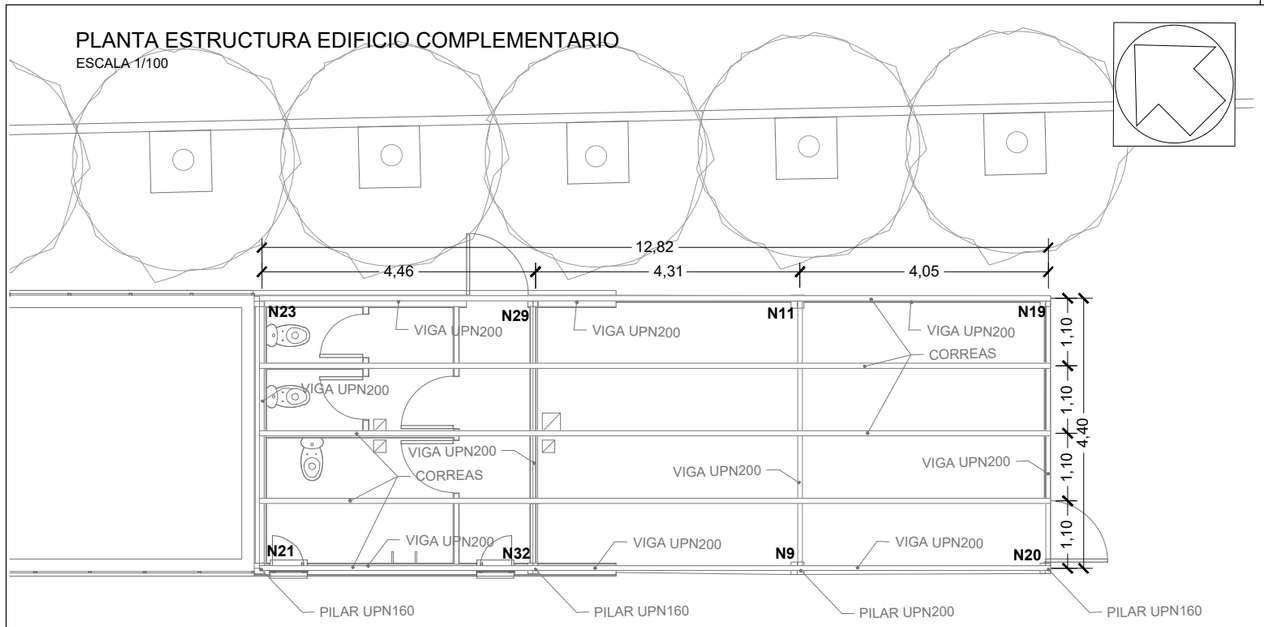
VC.T-1.1 [N19-N20]



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA — Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat — Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063 — M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513 — Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA EDIFICIO COMPLEMENTARIO CIMENTACIÓN	NÚMERO PLANO: 23.3 HOJA 2 DE 3

PLANTA ESTRUCTURA EDIFICIO COMPLEMENTARIO

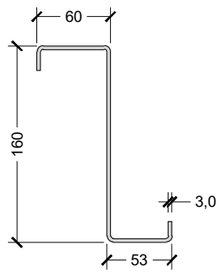
ESCALA 1/100



DETALLE CORREA TIPO **Z**

ESCALA 1/5

COTAS EN mm

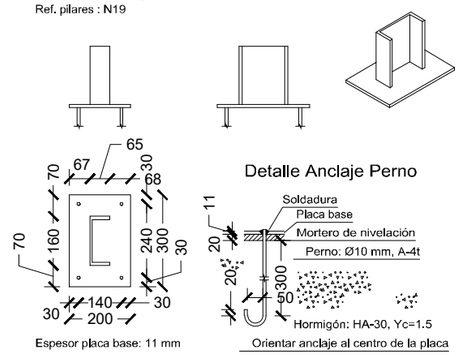


DETALLE TIPO 4

ESCALA 1/20

COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 200x300x11 mm (Fe 360)
Pernos = 4Ø10 mm, A-4t
Ref. pilares : N19



Espesor placa base: 11 mm

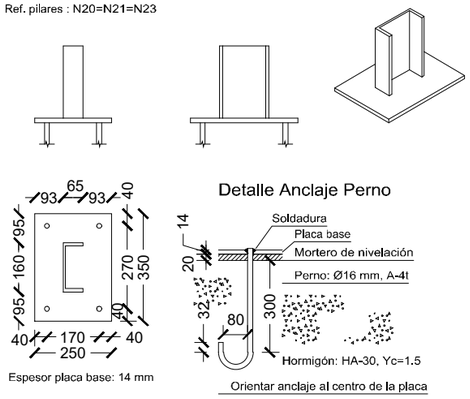
Orientar anclaje al centro de la placa

DETALLE TIPO 5

ESCALA 1/20

COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 250x350x14 mm (Fe 360)
Pernos = 4Ø16 mm, A-4t
Ref. pilares : N20=N21=N23



Espesor placa base: 14 mm

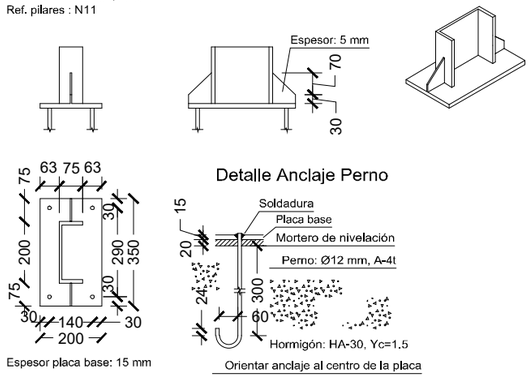
Orientar anclaje al centro de la placa

DETALLE TIPO 6

ESCALA 1/20

COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 200x350x15 mm (Fe 360)
Pernos = 4Ø12 mm, A-4t
Ref. pilares : N11



Espesor placa base: 15 mm

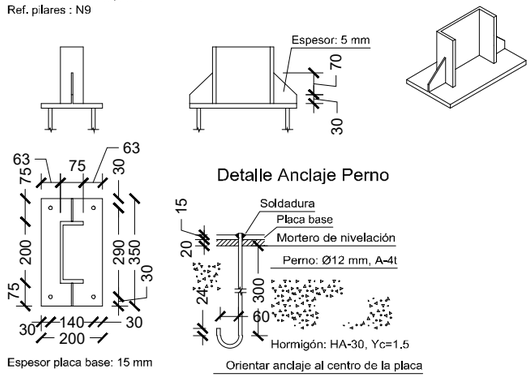
Orientar anclaje al centro de la placa

DETALLE TIPO 7

ESCALA 1/20

COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 200x350x15 mm (Fe 360)
Pernos = 4Ø12 mm, A-4t
Ref. pilares : N9



Espesor placa base: 15 mm

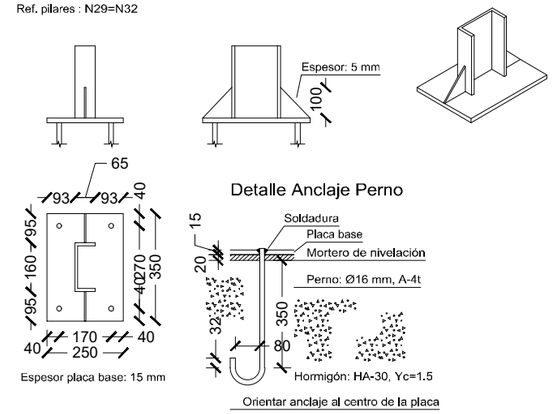
Orientar anclaje al centro de la placa

DETALLE TIPO 8

ESCALA 1/20

COTAS EN mm.

Dimensiones Placa = 250x350x15 mm (Fe 360)
Pernos = 4Ø16 mm, A-4t
Ref. pilares : N29=N32



Espesor placa base: 15 mm

Orientar anclaje al centro de la placa

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

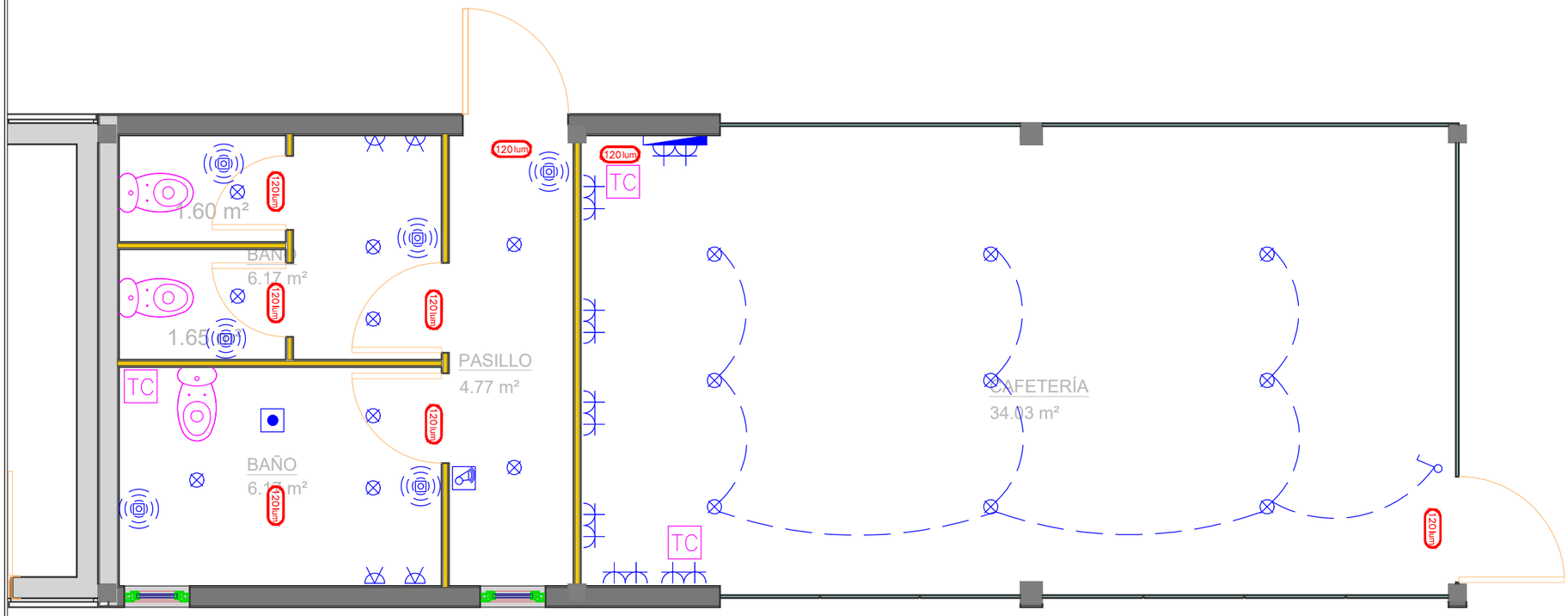
NOMBRE DEL PLANO:

ESTRUCTURA EDIFICIO COMPLEMENTARIO
PLANTAS Y DETALLES

NÚMERO PLANO:

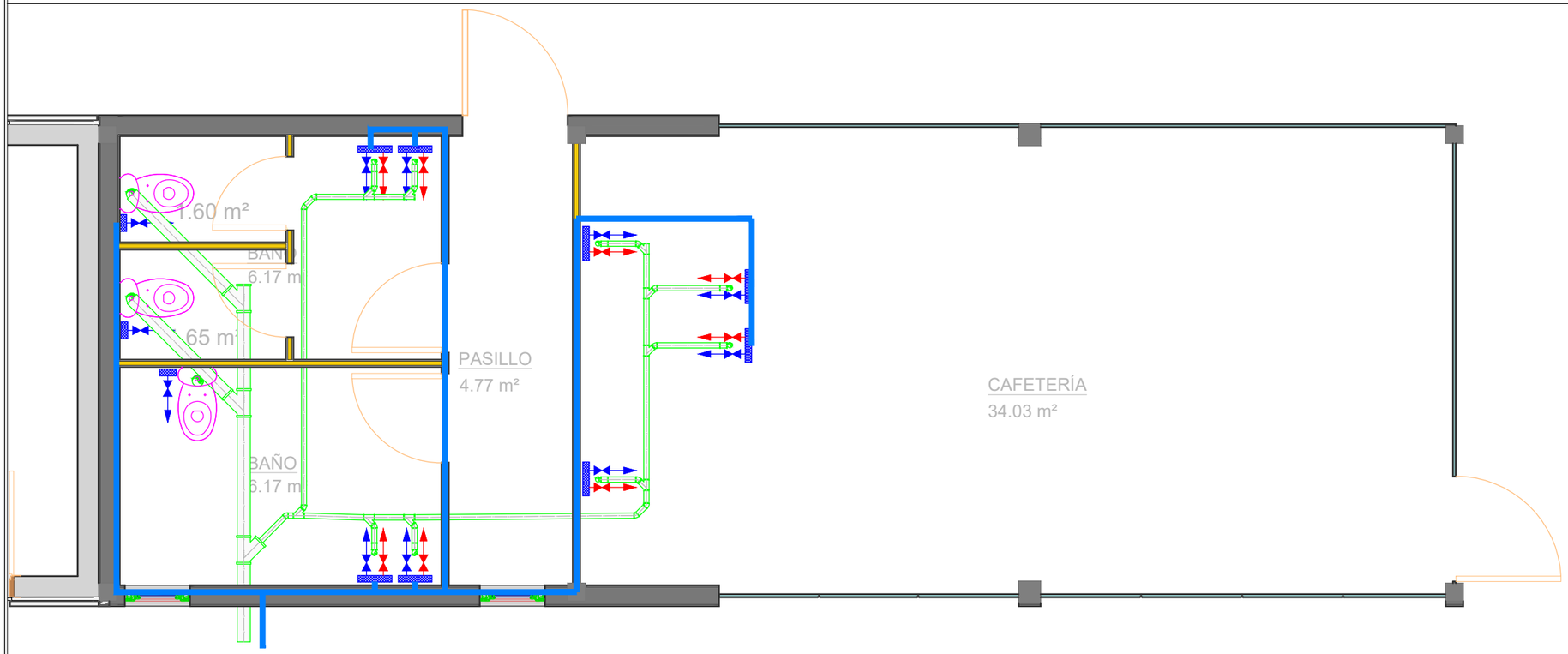
23.3

HOJA **3** DE **3**



LEYENDA ELÉCTRICA

- PUNTO DE LUZ
- APLIQUE EN PARED
- PULSADOR
- DETECTOR DE MOVIMIENTO
- TOMA DE ENCHUFE
- CUADRO ELÉCTRICO
- ZUMBADOR
- INTERRUPTOR SENCILLO
- 000lum — LUMINARIA DE MERGENCIA



LEYENDA M.B.T

TC — Toma CATV (5 a 1.000MHz) con cable 24 dB/100m a 860 en tubo de 20 mm

LEYENDA FONTANERÍA

- TOMA DE AFS
- TOMA DE AFS Y ACS
- RED DE AGUAS RESIDUALES
- RED DE ABASTECIMIENTO
- BAJANTE AGUAS RESIDUALES
- BAJANTE AGUAS PLUVIALES
- LLAVE DE CORTE

PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

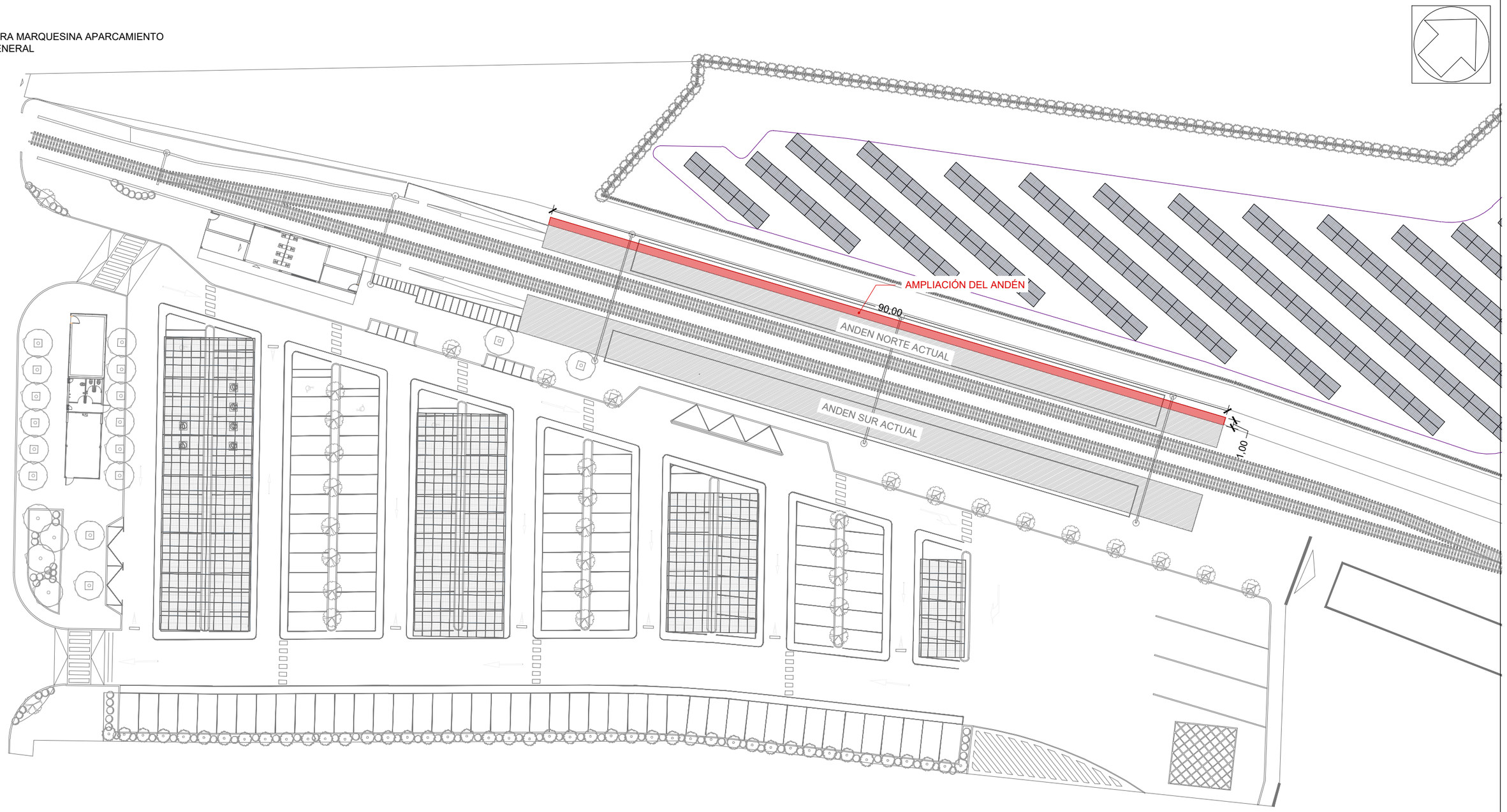
ESCALA A3: 1/50
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
INSTALACIONES CAFETERÍA

NÚMERO PLANO:
23.4
HOJA 1 DE 1

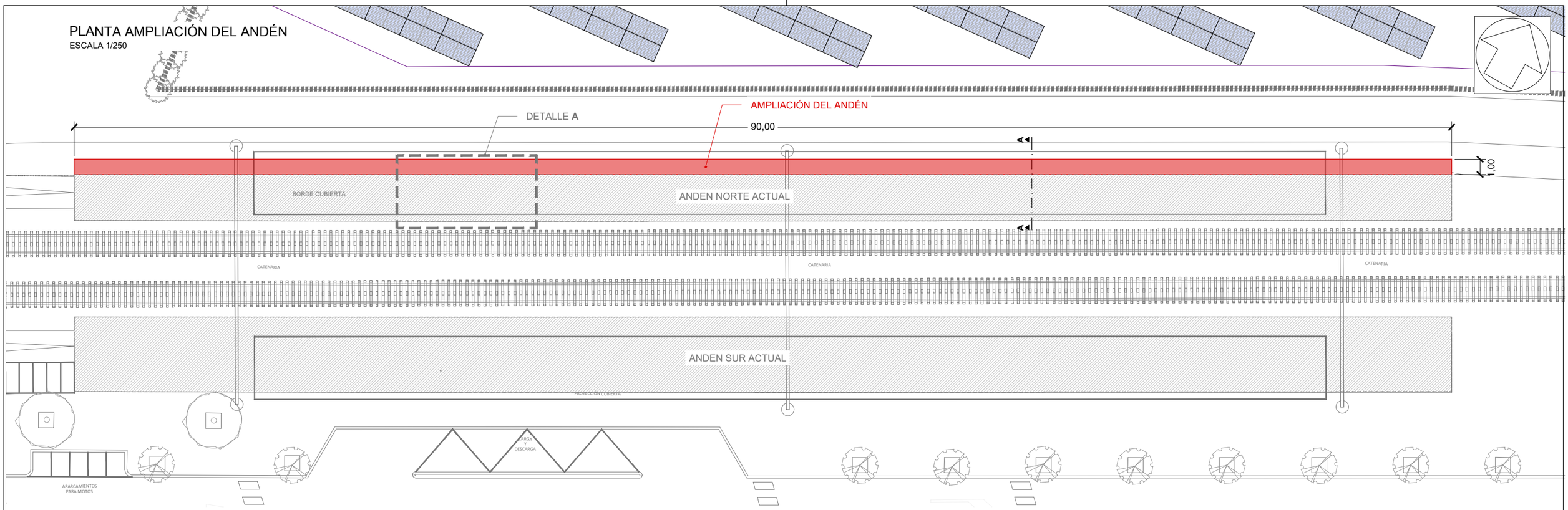
ESTRUCTURA MARQUESINA APARCAMIENTO
PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500



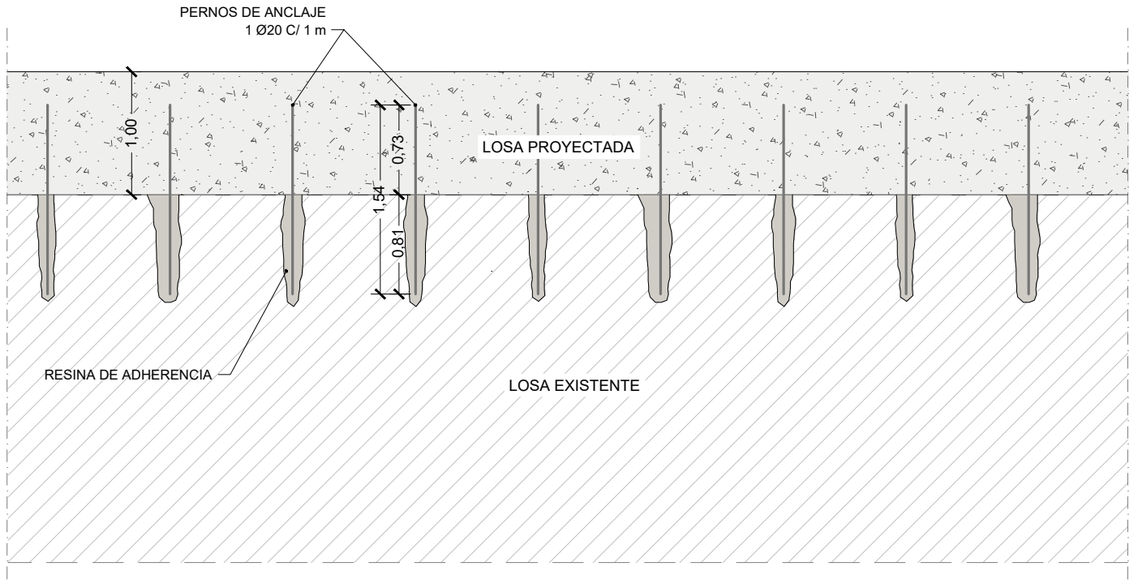
PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº20.063 M. Apolonia Fuster Salvá Ingeniera Industrial Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiado nº34.513 Almudena Pérez Benítez Ing. Caminos, canales y puertos Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: 1/500 FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra

NOMBRE DEL PLANO:	NÚMERO PLANO:
AMPLIACIÓN DE ANDÉN PLANTA GENERAL	24.1 HOJA 1 DE 1

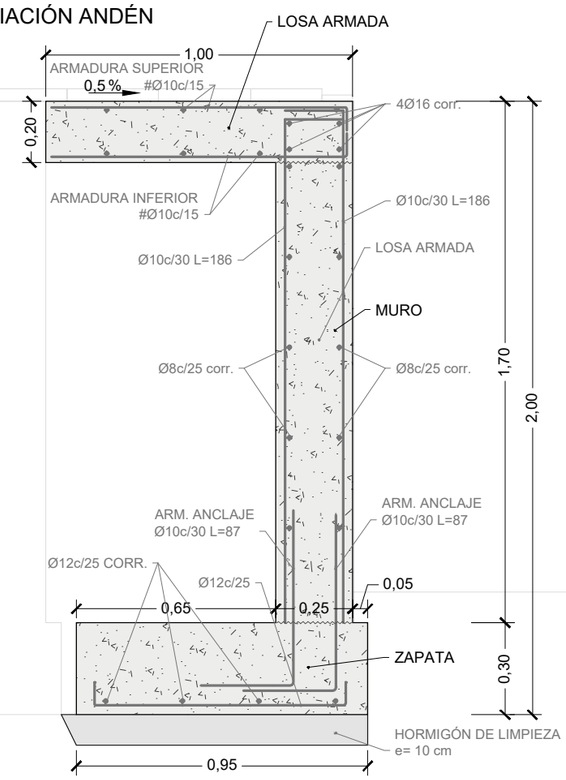
PLANTA AMPLIACIÓN DEL ANDÉN
ESCALA 1/250



DETALLE TIPO **A**
ESCALA 1/50



DETALLE TIPO ESTRUCTURA AMPLIACIÓN ANDÉN
SECCIÓN A-A
ESCALA 1/20



PROMOTOR DEL PROYECTO:
SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA
Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063
M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:
Antonio Martínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513
Almudena Pérez Benitez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: INDICADAS
FECHA: DICIEMBRE 2025
NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:
Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:
AMPLIACIÓN DE ANDÉN
ESTRUCTURA

NÚMERO PLANO:
24.2
HOJA 1 DE 1

LEYENDA

- Demolición de bordillo de hormigón
- Demolición de Acera pav. de hormigón
- Demolición de Aglomerado asfáltico
- Demolición Panot Andenes
- Desmontaje de Caseta de control
- Desmontaje de Marquesina Ánden
- Desmontaje de bancos
- Desmonajte de valla metálica
- Desmontaje de Barandilla modular
- Desmontaje de iluminaria existente
- Tala de árboles existentes
- Desbroce y limpieza de terreno
- Demolición de cubierta de teja
- Desmontaje de torre media tensión
- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

DCOD

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

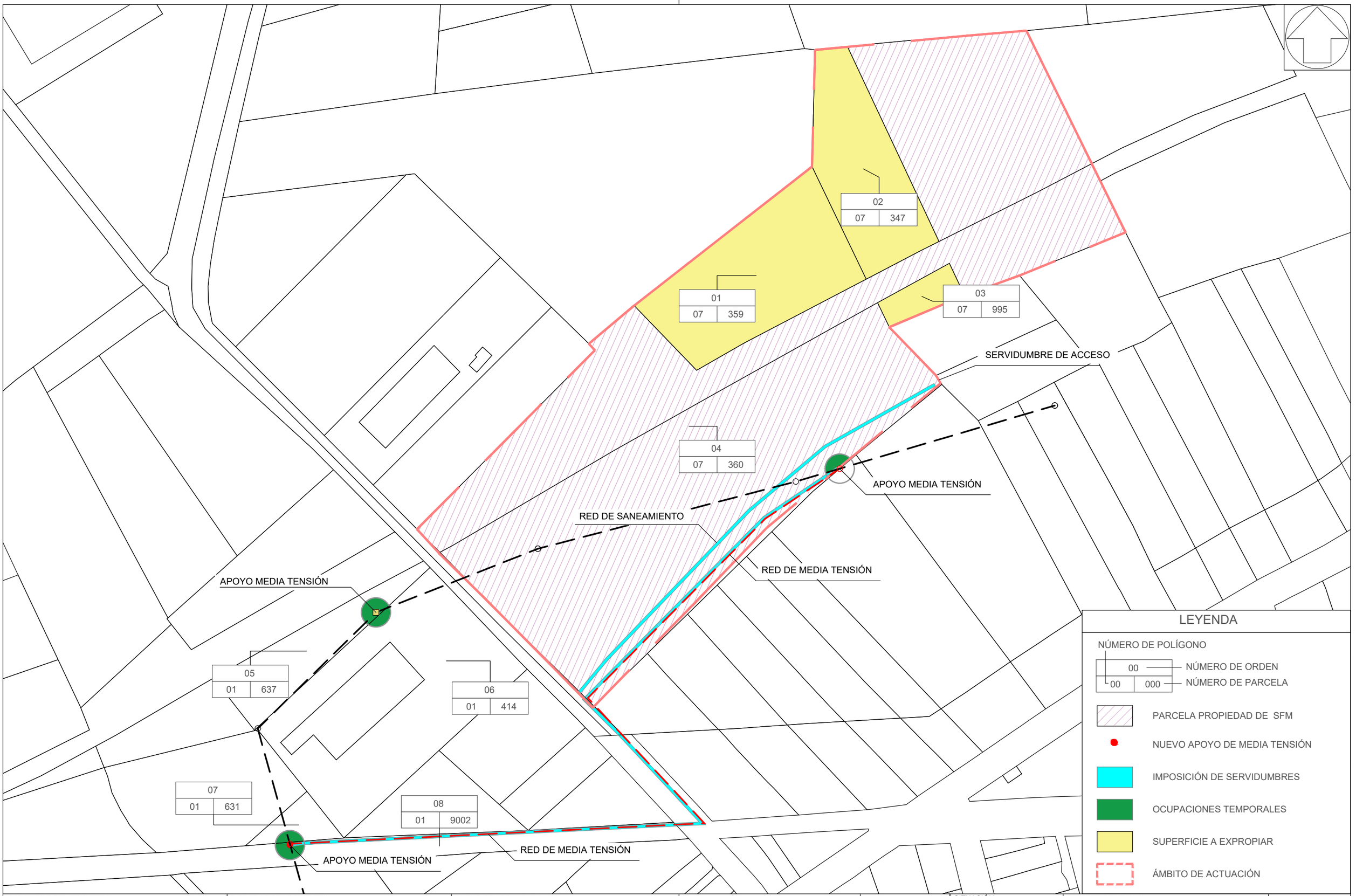
NOMBRE DEL PLANO:

DEMOLICIONES

NÚMERO PLANO:

25

HOJA 1 DE 1



PROMOTOR DEL PROYECTO:

SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA

Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat
Serveis Ferroviaris de Mallorca

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº20.063

M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

AUTOR DEL PROYECTO:

DCOD

Antonio Marínez Diez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº34.513

Almudena Pérez Benítez
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiada nº20.389

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

ESCALA A3: 1/1000

FECHA: DICIEMBRE 2025

NºEXP: OT24017

SITUACIÓN:
TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA:

Estación de FC en Petra
07520
Petra

NOMBRE DEL PLANO:

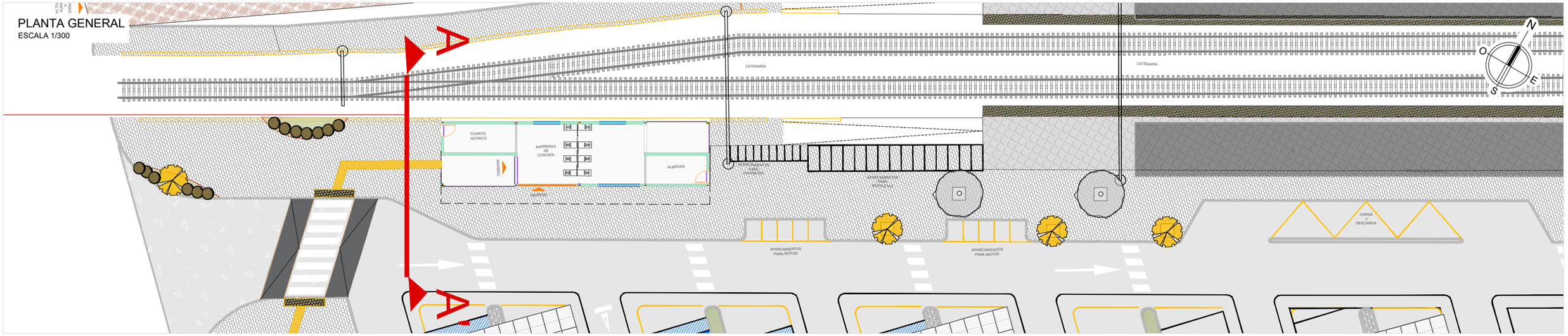
ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD Y SERVIDUMBRES

NÚMERO PLANO:

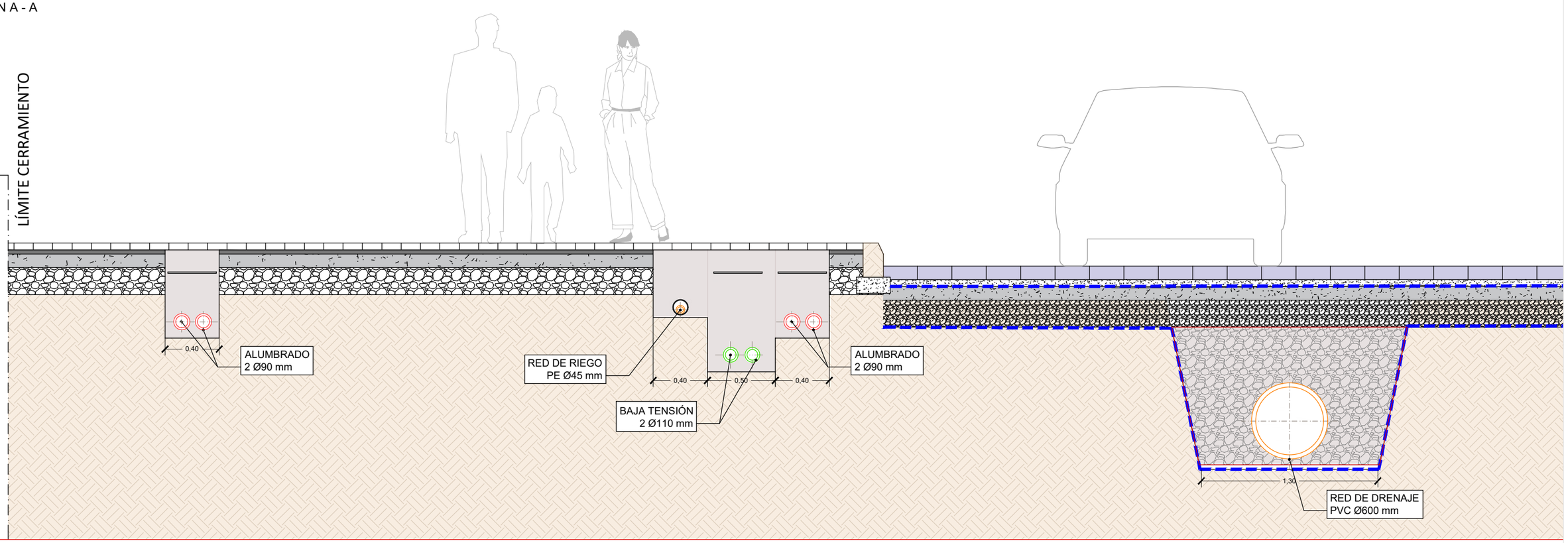
26

HOJA 1 DE 1

PLANTA GENERAL
ESCALA 1/300



SECCIÓN A - A
ESCALA 1/30



PROMOTOR DEL PROYECTO: SFM SERVEIS FERROVIARIS DE MALLORCA; Conselleria d'Habitatge, Territori i Mobilitat, Serveis Ferroviaris de Mallorca	DIRECTOR DEL PROYECTO: Pau Cavaller Ferrer, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº20.063; M. Apolonia Fuster Salvá, Ingeniera Industrial, Colegiada nº549	AUTOR DEL PROYECTO: Antonio Marínez Diez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiado nº34.513; Almudena Pérez Benítez, Ing. Caminos, canales y puertos, Colegiada nº20.389	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REFORMA DE LA ESTACIÓN DE PETRA E INSTALACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO	ESCALA A3: INDICADAS FECHA: DICIEMBRE 2025 NºEXP: OT24017	SITUACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL, ZONA: Estación de FC en Petra 07520 Petra	NOMBRE DEL PLANO: COORDINACIÓN DE SERVICIOS	NÚMERO PLANO: 27 HOJA 1 DE 1

Documento nº3

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INDICE DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y NORMAS APLICABLES 8

1.1 Objeto de este pliego 8

1.1 Descripción de las obras 8

1.2 Documentos que se entregan al contratista 47

1.3 Dirección de las obras 48

1.4 Funciones del director 48

1.5 Personal del contratista 49

1.6 Oficina para la dirección en el lugar de las obras 49

1.7 Órdenes al contratista 50

1.8 Libro de órdenes y de incidencias 50

1.9 Pliegos, instrucciones y normas aplicables 50

2 CONDICIONES QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA 55

2.1 Procedencia de los materiales 55

2.2 Utilización de materiales que aparezcan durante las obras 56

2.3 Canteras y yacimientos 56

2.4 Materiales para la formación de la cama granular de asiento de las tuberías 57

2.5 Suelo seleccionado 58

2.6 Zahorras artificiales 59

2.7 Material de monitorización 60

2.8 Emulsiones bituminosas 60

2.9 Betunes asfálticos 60

2.10 Mezcla bituminosa caliente 61

2.11 Marcas viales 62

2.12 Áridos para morteros y hormigones 64

2.13 Agua 64

2.14 Cemento 65

2.15 Aditivos para morteros y hormigones 65
2.16 Hormigones y morteros 66
2.17 Hormigón de limpieza 68
2.18 Maderas en medios auxiliares, encofrados y cimbras 68
2.19 Acero para armaduras de hormigón 69
2.20 Acero en perfiles laminados 70
2.21 Acero galvanizado en perfiles y chapas 71
2.22 Otros aceros 71
2.23 Electrodos a emplear en soldadura eléctrica 71
2.24 Pinturas especiales para metales 72
2.25 Adoquín de hormigón microporoso 72
2.26 Bordillos 72
2.27 Ladrillos macizos 72
2.28 Ladrillos huecos 73
2.29 Resinas epoxi 74
2.30 Tubos de PVC 74
2.31 Tubería de hormigón armado 79
2.32 Tubería de polietileno 84
2.33 Tuberías de cobre 86
2.34 Válvulas y piezas especiales 86
2.35 Tapas de arquetas y pozos 87
2.36 Tapas de fundición y rejillas 87
2.37 Equipos y aparatos para las instalaciones eléctricas 88
2.38 Alumbrado 89
2.39 Telecomunicaciones 92
2.40 Paneles Fotovoltaicos 92
2.41 Cargadores Eléctricos 94
2.42 Materiales no especificados en este pliego 95

2.43 Muestras y ensayos de los materiales 95
2.44 Materiales que no cumplan las condiciones de este pliego 96
2.45 Gestión de residuos de construcción y demolición 96
3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 97
3.1 Condiciones generales 97
3.2 Equipos y Maquinaria 97
3.3 Accidentes de trabajo 98
3.4 Replanteos 98
3.5 Acceso a las obras 98
3.6 Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones 99
3.7 Instalaciones, medios y obras auxiliares 99
3.8 Condiciones de los acopios a pie de obra 100
3.9 Inicio de las obras y orden de los trabajos 100
3.10 Precauciones en la ejecución de las obras 102
3.11 Limpieza de la obra y accesos 103
3.12 Coordinación con otras obras 103
3.13 Facilidades para la inspección 103
3.14 Trabajos nocturnos 104
3.15 Trabajos no autorizados y defectuosos 104
3.16 Descanso en días festivos 104
3.17 Hallazgos arqueológicos 105
3.18 Ensayos y su significación 105
3.19 Obras mal ejecutadas 105
3.20 Obligaciones de carácter social y legislación laboral 105
3.21 Modificaciones de obra 106
3.22 Retirada de los medios auxiliares 106
3.23 Demoliciones y desmontajes 106
3.24 Gestión de residuos de construcción y demolición 107

3.25 Fabricación de hormigones y morteros 118
3.26 Transporte del hormigón 120
3.27 Encofrados 121
3.28 Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras 122
3.29 Puesta en obra y compactación del hormigón 122
3.30 Desencofrado 124
3.31 Curado del hormigón 124
3.32 Juntas de construcción y juntas de dilatación 125
3.33 Terminación de los paramentos vistos 126
3.34 Limitaciones en la ejecución del hormigonado 126
3.35 Control de las características de los hormigones 127
3.36 Suelo seleccionado 127
3.37 Zahorras artificiales 128
3.38 Emulsiones bituminosas 130
3.39 Firme de mezcla bituminosa 132
3.40 Colocación de vallado 135
3.41 Colocación y montaje de tubos 136
3.42 Canalizaciones eléctricas de baja tensión 136
3.43 Canalizaciones eléctricas media tensión 137
3.44 Instalaciones de valvulería y piezas especiales 138
3.45 Arquetas eléctricas 139
3.46 Zanjas para cables 139
3.47 Red de tierras 140
3.48 Instalaciones interiores de BT 142
3.49 Conductores 145
3.50 Instalación de alumbrado 147
3.51 Excavaciones a cielo abierto 152
3.52 Estructura de marquesinas 152

3.53 Pintura sobre estructuras metálicas 155
3.54 Partidas alzadas a justificar 156
3.55 Obras no especificadas en este pliego 156
4 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 157
4.1 Condiciones generales de valoración 157
4.2 Abono de unidades de obra no previstas en el contrato 157
4.3 Obras defectuosas pero aceptables 158
4.4 Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas 158
4.5 Obras en exceso 159
4.6 Consideraciones generales sobre la medición de las obras 159
4.7 Medición y abono de las obras 159
4.8 Definición de precio unitario 160
4.9 Relaciones valoradas y certificaciones 160
4.10 Transportes 161
4.11 Replanteos 161
4.12 Abonos a cuenta de acopios de materiales, medios auxiliares y maquinaria 161
4.13 Demoliciones 161
4.14 Hallazgos arqueológicos 161
4.15 Relleno general 162
4.16 Hormigones 162
4.17 Acero en armaduras 162
4.18 Acero en perfiles laminados 163
4.19 Suelo seleccionado 163
4.20 Zahorras artificiales 163
4.21 Gestión de residuos de construcción y demolición 164
4.22 Obras no especificadas en este capítulo 164
5 DISPOSICIONES GENERALES 165
5.1 Contradicciones, omisiones o errores 165

5.2 Comprobación del replanteo 165
5.3 Fijación y conservación de los puntos de replanteo 166
5.4 Plazo de ejecución 166
5.5 Programacción de los trabajos 166
5.6 Desarrollo y control de las obras 167
5.7 Equipos y maquinaria 167
5.8 Ensayos 167
5.9 Materiales 168
5.10 Acopios 169
5.11 Trabajos nocturnos 169
5.12 Accidentes de trabajo 169
5.13 Trabajos defectuosos o no autorizados 169
5.14 Señalización de las obras 169
5.15 Responsabilidades especiales del contratista durante la ejecución de las obras 170
5.16 Daños y perjuicios 170
5.17 Objetos encontrados 170
5.18 Evitar contaminaciones 171
5.19 Permisos y licencias 171
5.20 Personal del contratista 171
5.21 Obligaciones del contratista 171
5.22 Gastos por cuenta del contratista 172
5.23 Seguro a suscribir por el contratista 174
5.24 Inspección y vigilancia de las obras 174
5.25 Ejecución de las obras 174
5.26 Propiedad industrial y comercial 174
5.27 Obligaciones de carácter social y legislación laboral 175
5.28 Medidas de seguridad y salud 175
5.29 Organización y policía de las obras 177

5.30 Retirada de las instalaciones 178

5.31 Abono de las obras 178

5.32 Recepción y plazo de garantía 180

5.33 Clasificación de contratistas 180

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y NORMAS APLICABLES

1.1 Objeto de este pliego

El Presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas, prescripciones y especificaciones que, además de lo indicado en la Memoria, Anejos, Planos y Presupuesto, definen todos los requisitos que deben cumplir las obras del Proyecto.

Este Pliego contiene, además de la descripción general, lo siguiente:

- Las condiciones que han de cumplir los materiales.
- Las condiciones en que se deben ejecutar las obras.
- Las instrucciones para la medición y abono de las unidades de obra.
- Los pliegos, instrucciones, reglamentos y normas de carácter general aplicables a la obra.
- Los documentos a manejar, redactar, presentar y/o aprobar y los plazos en que deben realizarse las operaciones.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es por tanto la norma y guía que debe seguir el Contratista en todo momento.

1.1 Descripción de las obras

Las actuaciones proyectadas responden a los objetivos planteados por Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM) de modernizar las instalaciones existentes, mejorar la accesibilidad y funcionalidad de la estación, y avanzar hacia un modelo de infraestructura sostenible y energéticamente eficiente.

El ámbito de actuación comprende tanto el entorno ferroviario inmediato como las áreas anexas de servicio y estacionamiento, abarcando obras de carácter estructural, arquitectónico y energético, que permitirán la renovación completa de la estación.

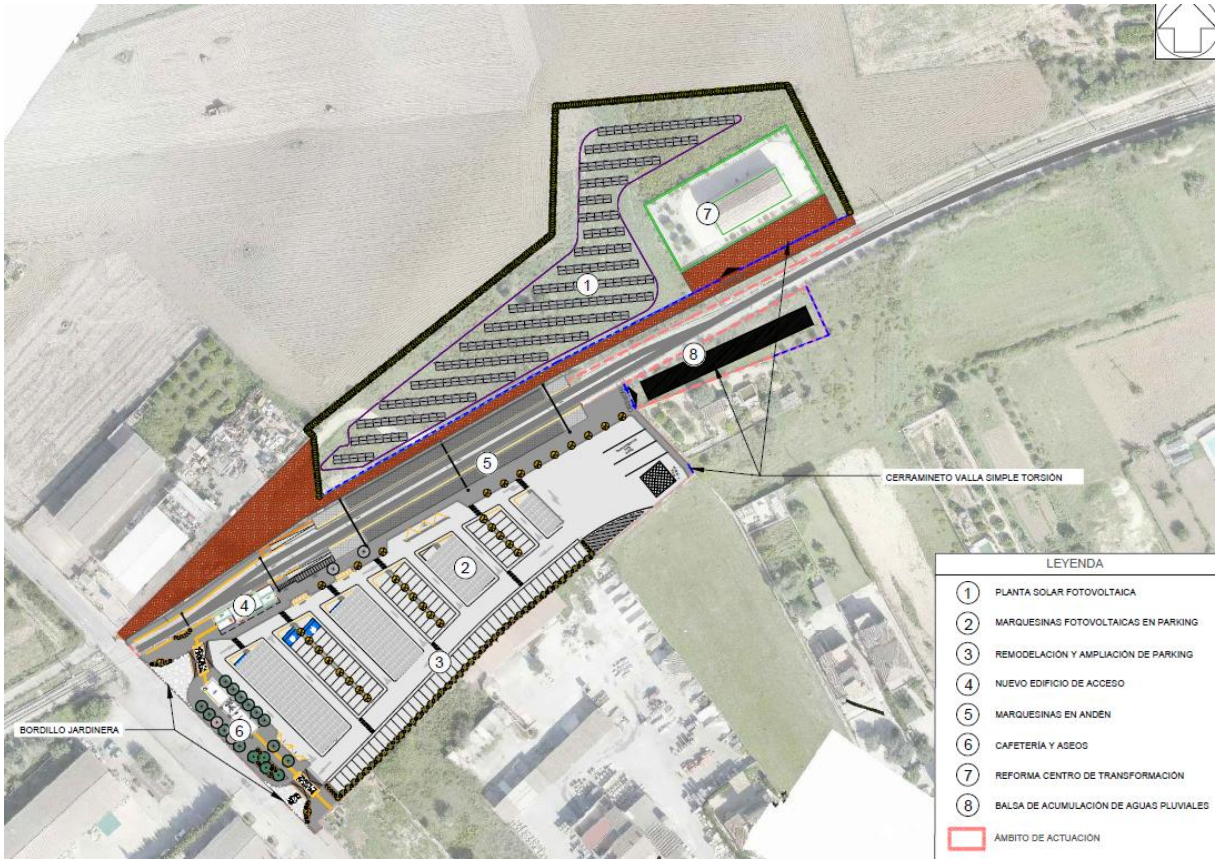


Ilustración 1. Planta proyectada

Las principales intervenciones incluidas en el proyecto son las siguientes:

- **Remodelación y ampliación del aparcamiento existente**, incorporando marquesinas con paneles solares y puntos de recarga para vehículos eléctricos.
- **Construcción de una marquesina sobre los andenes**, destinada a mejorar el confort y la protección de los viajeros.
- **Reparación y ampliación de los andenes ferroviarios**, conforme al estudio de patologías y propuesta de actuaciones elaborado por SFM en octubre de 2024.
- **Sustitución del edificio de control de accesos** y construcción de un **nuevo edificio complementario con aseos públicos**, que mejoran el servicio y la accesibilidad.
- **Instalación de una planta fotovoltaica** y **remodelación de la subestación eléctrica existente**, integrando la generación renovable y la gestión energética del conjunto.

Estas actuaciones se plantean de forma **coordinada e integrada**, garantizando la compatibilidad con la explotación ferroviaria, la normativa vigente y los criterios de durabilidad, seguridad y eficiencia constructiva exigidos en obras de este tipo.

Reordenación y ampliación del aparcamiento

Ordenación general

El aparcamiento actual de la estación de Petra presenta un firme deteriorado y una configuración funcionalmente obsoleta, por lo que se proyecta su demolición completa y reordenación integral, ampliando su superficie hacia los sectores este y noreste de la parcela hasta alcanzar una superficie total de 6.400 m².

En la nueva ordenación se han considerado las condiciones de coexistencia durante las obras con el edificio actual de accesos, garantizando su uso hasta la puesta en servicio del nuevo, así como la preservación del edificio de enclavamiento y la incorporación de un módulo anexo de cafetería y aseos públicos, todos ellos integrados dentro del sistema de itinerarios peatonales accesibles. Estos recorridos conectan directamente con la acera existente que une la estación con el núcleo urbano de Petra.

El aparcamiento contará con acceso y salida diferenciados, organizados mediante un vial de sentido único de 4,0 m de anchura, que se amplía hasta 7,5 m en la zona de entrada para permitir el acceso esporádico de autobuses.

En el interior se disponen seis alineaciones centrales de aparcamiento en batería doble y una alineación sencilla en el lateral este, separadas por viales de doble sentido, optimizando los recorridos de circulación y maniobra.

Distribución funcional y capacidad

La ordenación contempla distintos tipos de estacionamientos en función del uso, con la siguiente capacidad total:

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO
Bicicletas	15
Patinetes	10
Motos	10
Vehículos	172
General	155
Puntos de recarga de vehículos eléctricos	6
Reservados PMR	5
Car sharing	4
Taxis/VTC	2
Autobuses	3

Las plazas estándar para vehículos ligeros tienen unas dimensiones de 5,00 × 2,50 m, mientras que las plazas para personas con movilidad reducida (PMR) se sitúan próximas al edificio de accesos, cumpliendo con los criterios de accesibilidad del DB-SUA del CTE y la Orden VIV/561/2010. Se reservan además plazas para car sharing en cumplimiento de las directrices del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) del municipio y seis puntos de recarga para vehículos eléctricos con tomas dobles de corriente alterna.

Se ha previsto una zona específica de parada rápida para taxis o VTC, próxima a la entrada de la estación, con acceso en línea y maniobra directa. Asimismo, al fondo noreste del aparcamiento se dispone un área de estacionamiento para autobuses discrecionales, con una longitud total de 38,75 m, que permite maniobras de giro y estacionamiento simultáneo de hasta tres vehículos. Se mantiene igualmente el acceso a las dos fincas colindantes, garantizando su funcionalidad.

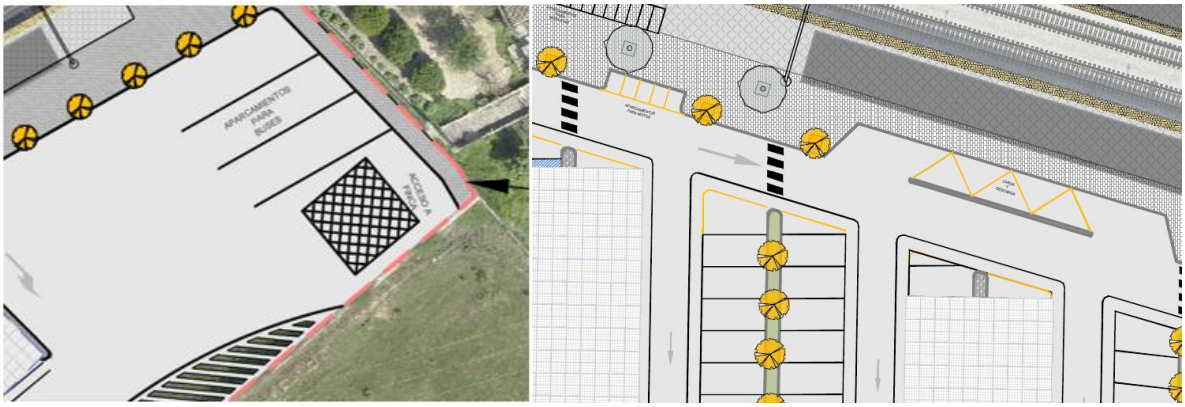


Ilustración 2. Planta ubicación zona de parada rápida y estacionamiento de autobuses

Movilidad peatonal y accesibilidad

Los itinerarios peatonales se definen de forma continua y segura, con prioridad sobre el tráfico rodado en los cruces de entrada y salida mediante pasos peatonales elevados. Desde las zonas de aparcamiento, los recorridos peatonales se realizan a nivel, con pavimentos diferenciados por textura y color, que guían visualmente hacia el acceso principal.

Junto a la acera de la estación se proyecta una zona de subida y bajada de pasajeros con capacidad para cinco vehículos, destinada al uso de corta estancia y con regulación temporal mediante señalización vertical.

Paisajismo y sostenibilidad

En las isletas centrales del aparcamiento se alternan marquesinas fotovoltaicas y alineaciones de arbolado, lo que permite conjugar la generación de energía renovable con la integración paisajística y sombreamiento natural de las plazas. En el límite este del aparcamiento se proyecta una barrera vegetal compuesta por arbolado de hoja perenne y especies arbustivas autóctonas, además de plantaciones en las aceras, manteniendo un ancho libre de paso peatonal mínimo de 1,80 m.

Pavimentación

En el ámbito de actuación se proyectan **cuatro secciones tipo de firme para las zonas de tráfico rodado** y **dos tipos de firmes para tránsito peatonal**, adaptadas a las distintas condiciones estructurales y funcionales del aparcamiento.

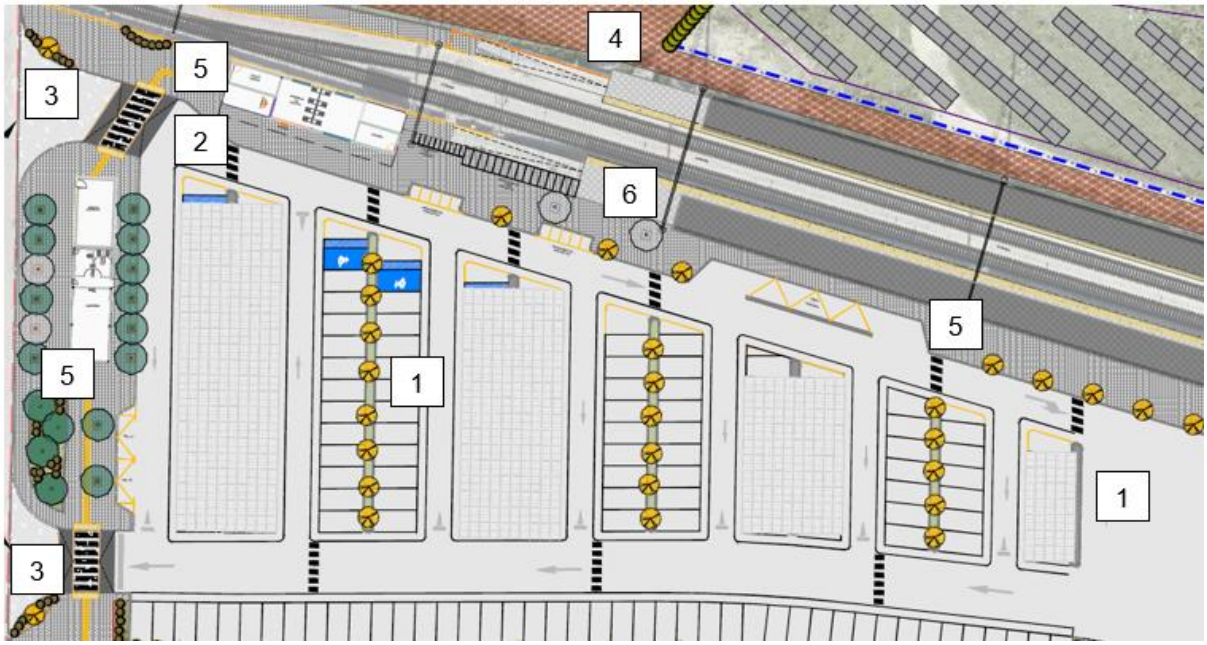


Ilustración 3. Identificación sección tipo pavimento tráfico rodado y peatonal

Firme para las zonas de tráfico rodado

El **pavimento principal (1)** corresponde al área de estacionamiento, donde se ha optado por un pavimento drenante tipo SUDS, constituido por adoquín microporoso VS5 Acqua (15×15×10 cm) o equivalente. Este sistema presenta una elevada capacidad de infiltración (2.624 mm/h), garantizando la evacuación natural de las aguas pluviales y evitando la formación de encharcamientos.

La sección estructural adoptada para esta zona es la siguiente:

- Adoquín microporoso 15×15×10 cm.
- Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm (5 cm).
- Geotextil separador superior.
- Subbase de grava machacada 4/20 mm (30 cm).
- Geotextil inferior sobre terreno natural.

Esta solución satisface simultáneamente las exigencias hidráulicas y estructurales, siendo adecuada para una categoría de tráfico T3 (acceso de vehículos comerciales ligeros, mantenimiento y emergencias).

En la entrada norte del aparcamiento, debido a la proximidad del colector de drenaje con clave a 0,70 m de profundidad, se dispone una **sección reforzada de pavimento drenante (2)**, que mantiene la permeabilidad del sistema y mejora la capacidad portante mediante una capa intermedia de hormigón drenante:

- Adoquín microporoso 15×15×10 cm.

- Capa de asiento 2/6 mm (5 cm).
- Hormigón drenante (10 cm).
- Subbase de grava machacada 4/20 mm (20 cm).
- Geotextil inferior sobre el terreno natural.

En el **vial de acceso al aparcamiento (3)**, con pavimento no drenante, se mantiene el mismo adoquín para lograr uniformidad estética, sustituyendo la subbase por zahorra artificial ZA-25 (20 cm) y sustituyendo la capa intermedia por un hormigón no drenante.

Finalmente, en el **camino de acceso al parque solar (4)**, se adopta una sección sencilla compuesta por 20 cm de zahorra artificial compactada sobre el terreno natural.

Estas soluciones garantizan la durabilidad, capacidad estructural y funcionalidad hidráulica del conjunto, adecuadas a los criterios de sostenibilidad y drenaje urbano establecidos por la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial” y las recomendaciones del Manual de Firmes Permeables (CEDEX).

Firme para las zonas de tráfico peatonal

Para las zonas destinadas al **tránsito peatonal**, se proyectan **dos secciones tipo de firme**, diferenciadas según su ubicación y nivel de uso.

El firme principal corresponde al **acerado general (5)**, que conecta los accesos del aparcamiento con los edificios de la estación y los itinerarios hacia el núcleo urbano. Se ha optado por una pavimentación de losas prefabricadas de hormigón de color gris, de 40×40×5 cm, dispuestas sobre una estructura resistente y estable, adecuada para tránsito peatonal y eventual paso de vehículos de mantenimiento.

Sección tipo – Acerado general:

- Baldosa prefabricada de hormigón 40×40×5 cm, color gris, acabado antideslizante.
- Capa de mortero de cemento M-40, espesor 3 cm.
- Losa de hormigón HM-20, espesor 10 cm.
- Capa de zahorra artificial ZA-25, espesor 20 cm, compactada al 100 % del Proctor modificado.

Esta solución ofrece una superficie continua, duradera y de fácil mantenimiento, compatible con los criterios de accesibilidad universal (DB-SUA del CTE) y con la estética general del entorno ferroviario.

El **pavimento del andén (6)** se ha diseñado conforme a los criterios de accesibilidad universal, seguridad ferroviaria y durabilidad frente al tránsito peatonal intenso, siguiendo las recomendaciones de ADIF y el Documento Básico SUA del CTE.

El acabado superficial se resuelve mediante un sistema modular de piezas prefabricadas de hormigón y cerámicas antideslizantes, combinadas para garantizar la detección táctil y visual por parte de las personas con movilidad o visión reducida.

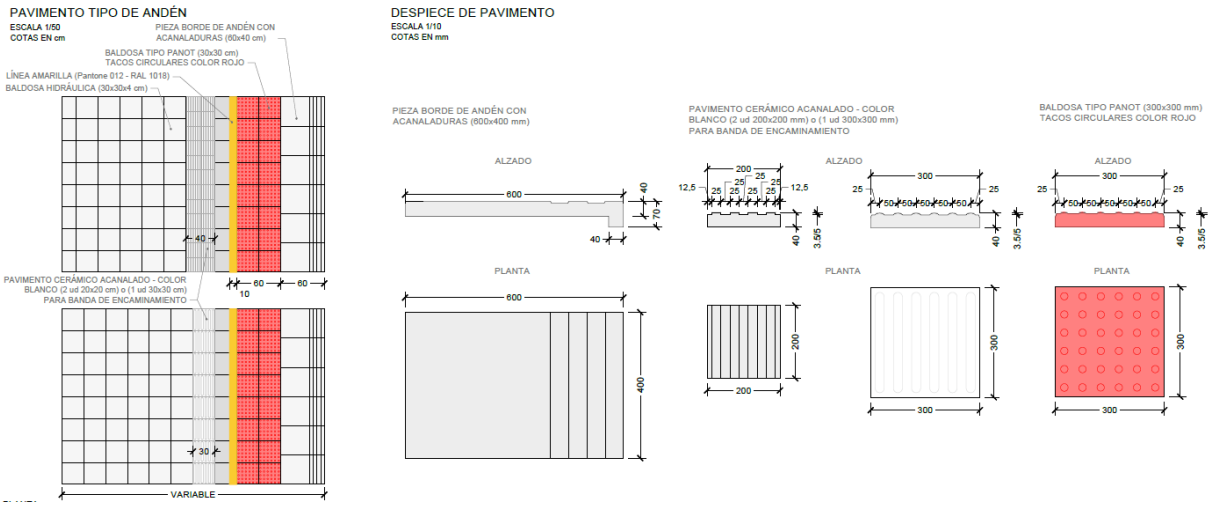


Ilustración 4. Solado andén

Configuración transversal:

- **Pieza de borde de andén** con acanaladuras (60×40×4 cm), de hormigón prefabricado, que actúa como remate de la losa estructural y proporciona agarre adicional en la zona más próxima a la vía.
- **Baldosa tipo panot** (30×30×4 cm) con tacos circulares de color rojo, utilizada como banda de advertencia podotáctil, que indica el límite de seguridad previo al borde del andén.
- **Línea amarilla de seguridad**, pintada sobre el pavimento con pigmento Pantone 012 – RAL 1018, delimitando la franja de riesgo frente al tren.
- **Pavimento cerámico acanalado color blanco**, compuesto por piezas de 20×20 cm o 30×30 cm, que conforma la banda de encaminamiento, facilitando la orientación táctil de los usuarios con discapacidad visual.
- **Baldosa hidráulica antideslizante** para el resto del andén, de 30×30×4 cm, en color neutro, dispuesta de forma ortogonal al sentido de circulación.

Esta solución garantiza una superficie continua, segura y antideslizante, resistente al tránsito peatonal y al mantenimiento ferroviario, con materiales de bajo mantenimiento y elevada durabilidad. El diseño cromático (rojo, blanco y amarillo) mejora la percepción visual y el guiado táctil, cumpliendo las exigencias de accesibilidad establecidas en la Orden FOM/305/2008 y en la Norma UNE 41510 sobre pavimentos podotáctiles.

Marquesinas

Dentro del ámbito de actuación se proyecta la implantación de seis marquesinas, destinadas a proporcionar sombra, protección frente a la intemperie y soporte estructural para instalaciones fotovoltaicas.

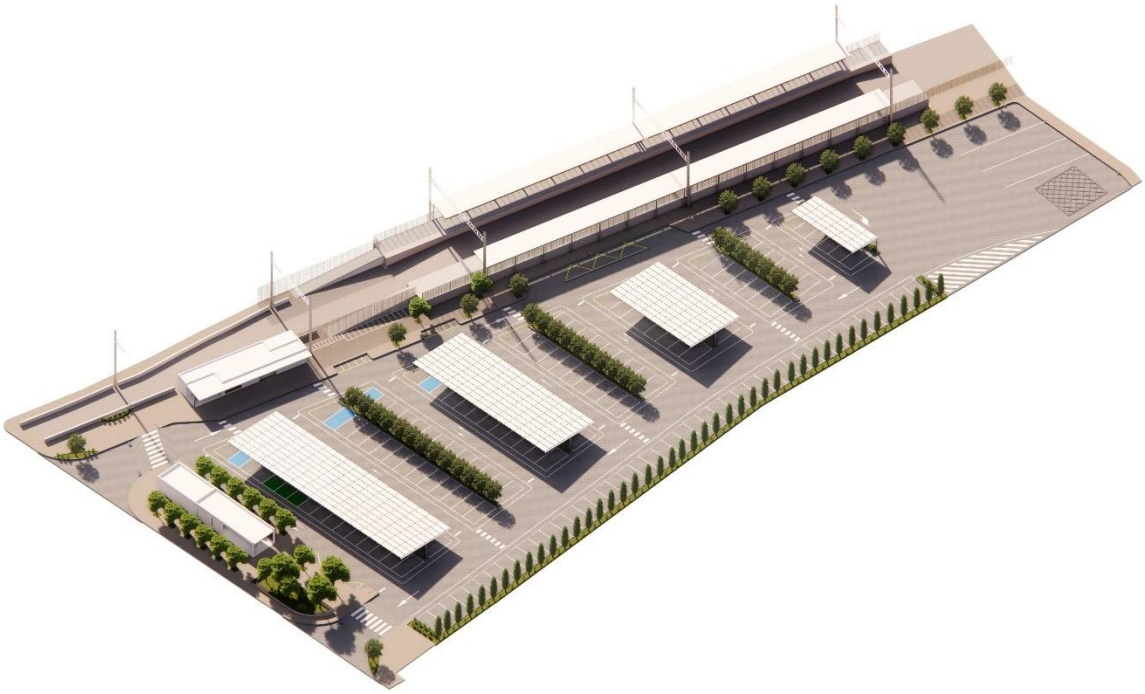


Ilustración 5. Vista general 3D marquesinas

Estas estructuras se distribuyen en dos zonas principales:

- **Cuatro marquesinas situadas en el aparcamiento**, concebidas como **marquesinas fotovoltaicas**, que integran en su cubierta módulos solares para la generación de energía eléctrica destinada al autoconsumo de la estación y a los puntos de recarga de vehículos eléctricos.
- **Dos marquesinas ubicadas en los andenes**, destinadas a **mejorar el confort de los usuarios** durante la espera y proteger las zonas de embarque frente a las condiciones climáticas.

Marquesinas del aparcamiento con integración fotovoltaica

El aparcamiento se cubre mediante cuatro alineaciones de marquesinas metálicas orientadas al Sur, diseñadas para optimizar el aprovechamiento solar y proporcionar protección a los vehículos. De ellas, tres son de tipo 1 (marquesinas dobles) y una es de tipo 2 (marquesina simple), diferenciadas por su configuración estructural y disposición en planta.

Marquesinas tipo 1 – Dobles (Marquesinas 1, 2 y 3)

Corresponden a las tres alineaciones principales situadas en el lado oeste del aparcamiento, destinadas a cubrir dos hileras de plazas enfrentadas. Cada pórtico está formado por un pilar central HEB 220 y dos vigas principales HEB 320 de acero S275JR, que conforman una cubierta a doble vertiente con

pendiente del 5° hacia el sur. Los pórticos se separan 7,50 m entre sí y transmiten las cargas a zapatas aisladas de hormigón armado HA-30.

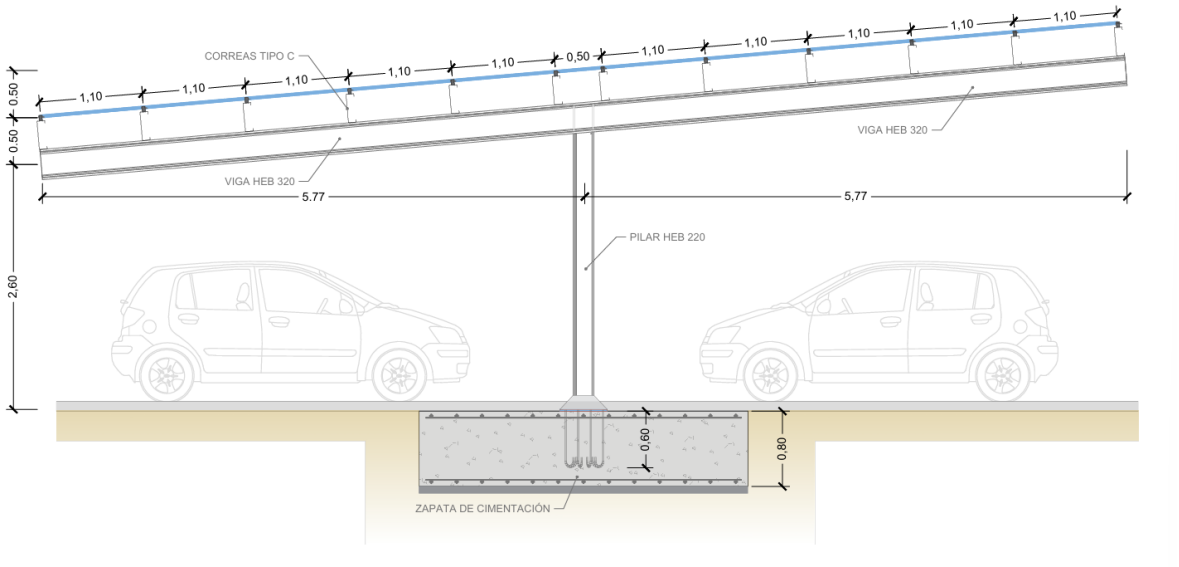


Ilustración 6. Sección tipo 1

Sobre las vigas se disponen correas tipo “C” de acero S235JR, que sirven de soporte para los rieles de anclaje de los módulos fotovoltaicos. Las uniones se realizan mediante tornillería galvanizada, garantizando una estructura ligera, rígida y duradera. La cubierta alcanza un ancho total de 11,5 m entre bordes de alero, con un gálibo libre mínimo de 2,50 m en el borde inferior y una altura máxima de 3,50 m en el eje de los pórticos.

Las zapatas se ejecutan con canto de 0,80 m y clase de exposición XC2, disponiendo una ligera pendiente superficial del 1° hacia el exterior para favorecer el drenaje. Los pilares se anclan mediante placas base y pernos tipo A-4t embebidos en mortero sin retracción tipo R4, asegurando la estabilidad frente a vuelco y deslizamiento (tensiones ≤ 0,14 MPa).

Marquesina tipo 2 – Simple (Marquesina 4)

Ubicada en el extremo este del aparcamiento, cubre una única hilera de plazas. Su estructura se compone de pilares HEB 220 y vigas principales HEB 320 de acero S275JR, configuradas a una sola agua con inclinación del 5° hacia el sur, lo que permite maximizar la captación fotovoltaica.

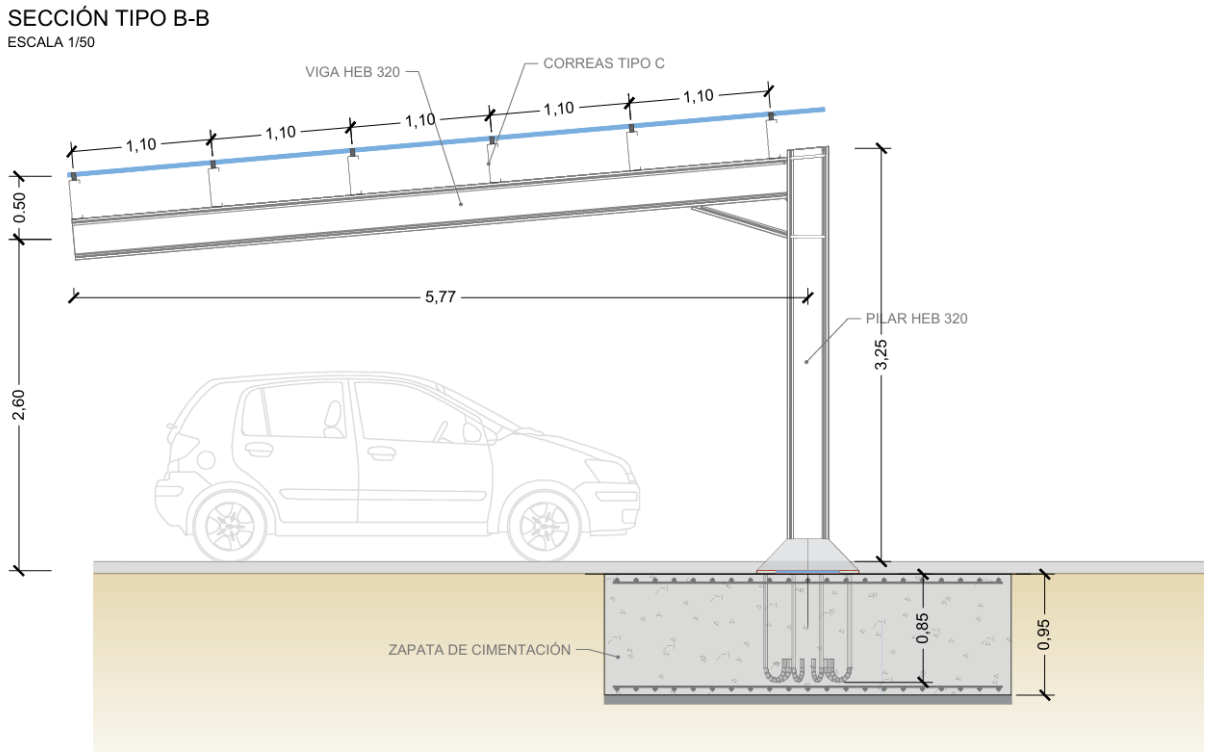


Ilustración 7. Sección tipo 2 (marquesina 4)

Cada pórtico se apoya en zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 de 2,36 × 2,46 m y 0,80 m de canto, armadas con barras Ø16 mm cada 15 cm. Las uniones entre pilares y vigas se refuerzan con cartelas triangulares (½ perfil HEB 220) y rigidizadores verticales soldados para mejorar la rigidez local. Las correas metálicas tipo “C” (S235JR) se disponen cada 1,10 m, actuando como soporte de los módulos fotovoltaicos.

Las verificaciones estructurales y geotécnicas confirman coeficientes de seguridad superiores a 1,50 frente a vuelco y deslizamiento, y tensiones de contacto inferiores a 0,14 MPa, cumpliendo el Código Estructural, la EAE y el CTE DB-SE-AE.

Marquesinas de los andenes

Se proyectan dos alineaciones de marquesinas metálicas, situadas respectivamente en los andenes norte y sur de la estación, con el fin de proporcionar cobertura a las zonas de espera y tránsito de viajeros, mejorando el confort y la protección frente a la lluvia y la radiación solar.

Cada marquesina presenta un desarrollo longitudinal aproximado de 70 metros, constituida por una sucesión de pórticos metálicos separados 4,00 m entre sí, alineados paralelamente al borde del andén. Los pilares se sitúan a 0,50 m del límite del andén, garantizando el gálibo ferroviario y evitando interferencias con la infraestructura de vía y catenaria.

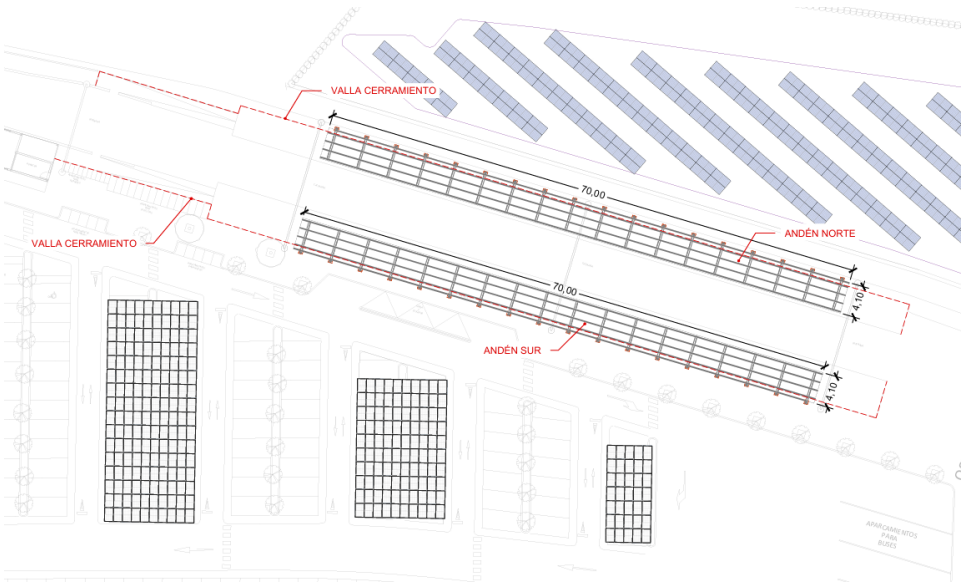


Ilustración 8. Plano planta estructura andén

Estructura resistente

Cada pórtico está formado por un pilar vertical HEB 220 y una viga principal HEB 220, ambos de acero S275JR conforme a la UNE-EN 10025-2. La unión entre viga y pilar se resuelve mediante soldadura continúa reforzada con cartela triangular, mejorando la rigidez del conjunto y reduciendo las deformaciones locales. La cubierta presenta una pendiente de 5° hacia el exterior del andén, lo que favorece la evacuación natural del agua de lluvia.

El gálibo libre bajo marquesina es de 2,46 m desde la cota de andén terminado, alcanzando una altura total de 4,20 m, suficiente para garantizar la ventilación transversal y el paso cómodo de los usuarios.

Cubierta y acabados

La cubierta se resuelve mediante panel sándwich metálico aislante, fijado sobre correas tipo Z 140×60×53×2,5 mm de acero S235JR, separadas 0,70 m y dispuestas perpendicularmente a las vigas principales.

En la parte inferior se incorpora un falso techo continuo de madera sintética, que aporta una terminación cálida y mejora la integración arquitectónica con el entorno de la estación. A lo largo del eje longitudinal de la marquesina se instala una tira lineal de iluminación LED, embebida en el falso techo, que garantiza un nivel uniforme de iluminación en la zona de espera, contribuyendo al confort y la seguridad nocturna.

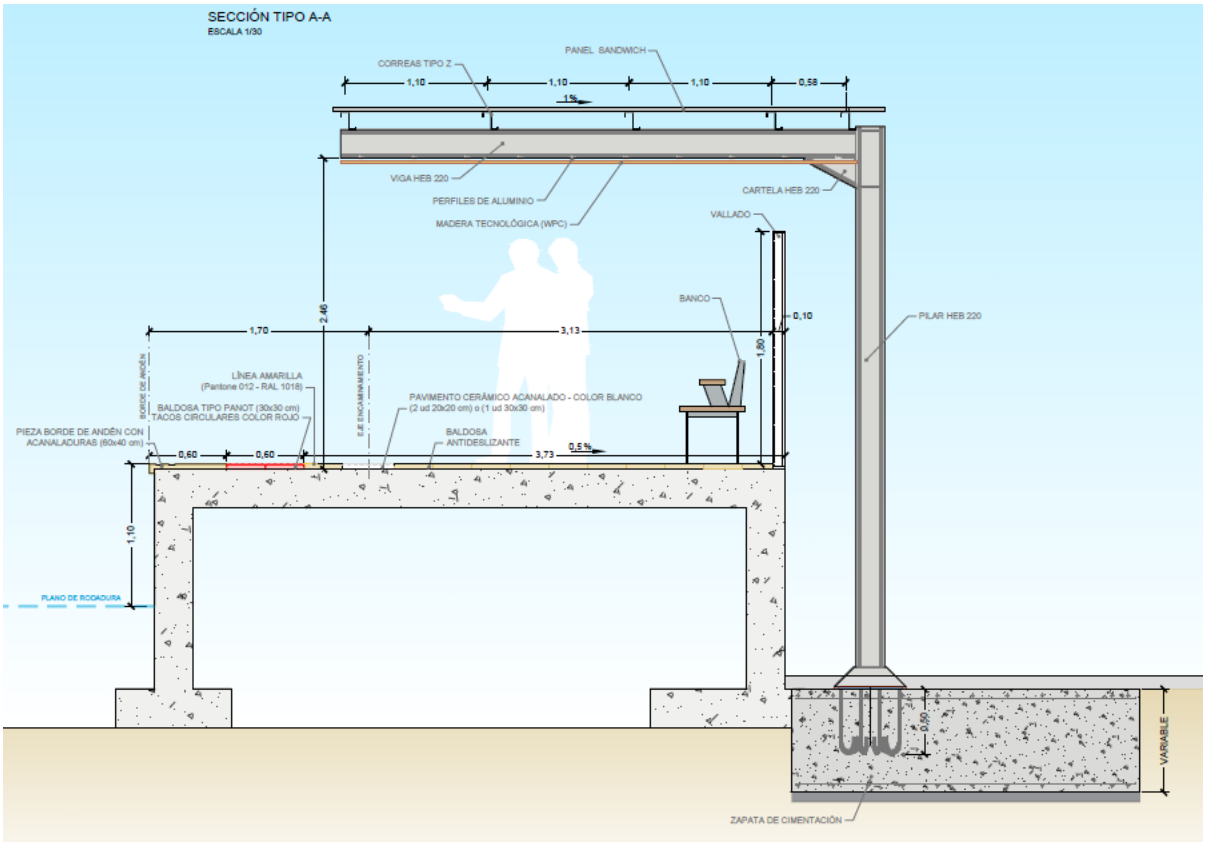


Ilustración 9. Sección tipo marquesina andén

Cimentación y anclajes

Cada pilar se apoya sobre una zapata aislada de hormigón armado HA-30, ejecutada sobre hormigón de limpieza de 10 cm, con geometría rectangular y disposición excéntrica respecto al borde del andén. Las dimensiones medias de las zapatas son 1,45 × 2,50 m y 0,80 m de canto, armadas con barras Ø16 mm cada 15 cm en ambas direcciones. Se diseña para clase de exposición XC2, incorporando una pendiente superficial del 1° hacia el exterior para evitar acumulaciones de agua.

Los pilares metálicos se anclan mediante placas base de 500×500×18 mm (S275JR) fijadas con pernos Ø20 mm tipo A-4t embebidos en el hormigón y sellados con mortero sin retracción tipo R4. El replanteo se realiza con plantillas metálicas y control topográfico, asegurando la correcta alineación y compatibilidad con los cimientos de los postes de catenaria.

Andenes

En el ámbito de la estación se proyectan dos tipos de intervenciones sobre los andenes existentes, orientadas a mejorar su estado estructural, funcionalidad y accesibilidad:

1. **Reparación estructural de los andenes existentes**, destinada a corregir las patologías detectadas por SFM en su estudio de 2024, tales como fisuras, desprendimientos de

recubrimiento y deterioro del hormigón, garantizando la durabilidad y seguridad de las estructuras.

2. **Ampliación del andén norte (andén 2),** que incrementará su anchura en 1,00 m hasta el límite interior definido por los postes de catenaria, con el fin de aumentar la capacidad de espera y la comodidad de los viajeros.

Estas actuaciones permitirán disponer de dos andenes con sección uniforme, mayor durabilidad y adecuación a la normativa de accesibilidad, garantizando la funcionalidad y seguridad en la explotación ferroviaria.

Reparación estructural del andén

La estación de Petra posee dos andenes, de 90 m de longitud cada uno, paralelos y con principio y final en idénticos PPKK, encontrándose ambos en servicio. El andén de vía 1 corresponde a sentido de circulación Manacor, mientras que el de vía 2 corresponde al sentido Palma. El andén de vía 1 es notablemente más ancho (5 m) que el de vía 2 (3 m). La tipología constructiva de ambos es de muros de hormigón prefabricado en paramentos verticales tanto de lado vía, como de lado calle. En cuanto al forjado de los andenes su tipología es de losa armada in situ sin aligerar, apoyada sobre los muros de andén en sus extremos. Ambas estructuras son iguales con la siguiente geometría:

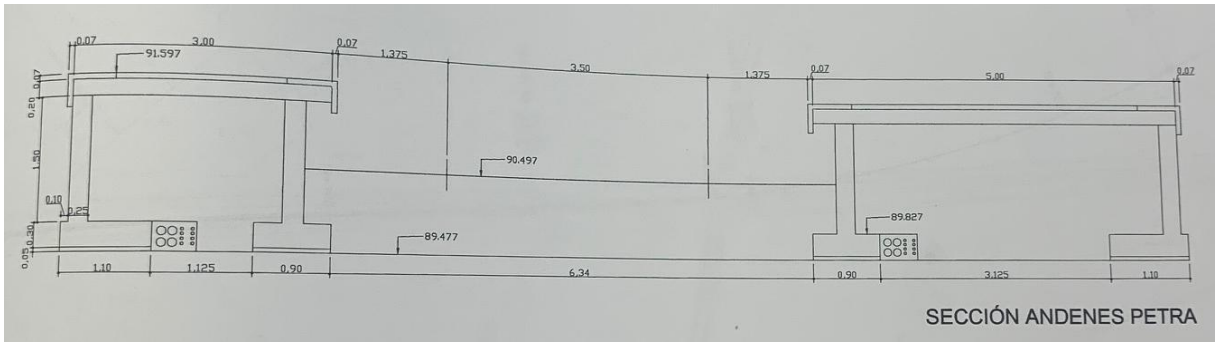


Ilustración 10. Sección andenes Petra existentes

En octubre de 2024 SFM ha llevado a cabo el Estudio de PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REPARACIÓN DE ANDENES de la Estación de Petra cuyo objeto es la reparación de los desórdenes y patologías observados, así como para incrementar la durabilidad de las mismas.

En general se detectan fisuras, humedades, eflorescencias y corrosión en las armaduras.

Para la reparación se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- **Reemplazo de sellado de juntas de dilatación** con pérdida de material o con sellado inadecuado. Rellenado de junta con material que permita dilataciones térmicas.
- **Inyección de grietas** (> 2 mm) y sellado superficial de fisuras (< 2 mm) tanto en paramentos verticales, como horizontales.

- **Reparación de hormigón** con daños por humedad, corrosión de armaduras o por ejecución de orificios. Pasivación de armaduras expuestas y tapado de las mismas con mortero.
- **Incremento de recubrimientos de hormigón** o alternativamente tratamiento mediante mortero cementoso elástico a la totalidad de las superficies de la estructura expuestas.
- **Impermeabilización** bajo pavimentos de andenes.
- **Creación de sistemas de ventilación y aireación de paramentos** interiores de andenes.
- **Rellenado con mortero** de cemento en zonas con deficiencias o recubrimiento insuficiente originados por un mal encofrado del hormigón, en particular en cara inferior de forjado de andén de vía 2.

Ampliación del andén norte

La ampliación del andén norte tiene por objeto extender la plataforma peatonal existente en 1,00 m de anchura, hasta el límite interior definido por los postes de la catenaria. La actuación permitirá aumentar la capacidad de estancia y la seguridad de los viajeros, manteniendo la continuidad funcional y estructural con el andén existente.

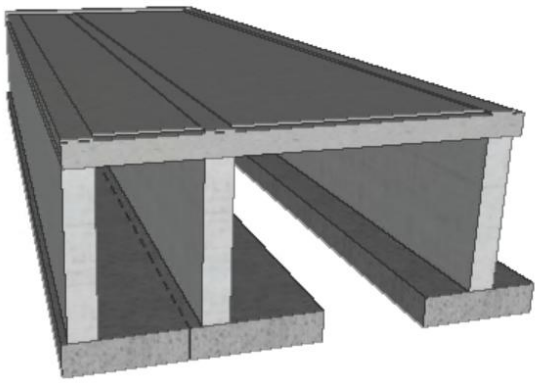


Ilustración 11. Vista 3D ampliación andén

Solución estructural adoptada

La ampliación se resuelve mediante la ejecución de un nuevo cuerpo estructural adosado al andén actual, formando un conjunto monolítico de hormigón armado HA-30, compuesto por:

- **Losa superior de andén**, de 0,20 m de espesor y 1,00 m de ancho, que prolonga la superficie útil existente.
- **Muro de contención**, de 1,70 m de altura libre y 0,25 m de espesor, encargado de resistir los empujes del relleno y transmitir las cargas al cimiento.
- **Zapata corrida de cimentación**, de 0,90 m de ancho y 0,30 m de canto, dispuesta bajo el eje del muro y alineada con el paramento del andén original.

El conjunto alcanza una altura total aproximada de 2,00 m desde la base de la zapata hasta la coronación de la losa. La geometría y disposición de los elementos replican la tipología existente, garantizando uniformidad constructiva y continuidad visual entre ambas estructuras.

Conexión estructural con el andén existente

La integración entre el nuevo tramo y el andén actual se realiza mediante barras corrugadas de acero B500S Ø20, dispuestas cada 1,00 m, que aseguran la solidarización monolítica entre ambos cuerpos de hormigón.

Estas barras se anclan parcialmente en el hormigón existente (HA-25) y en el nuevo hormigón (HA-30) mediante taladros y resina epoxídica de alta adherencia, permitiendo la transmisión de esfuerzos de tracción y cortante a través de la junta.

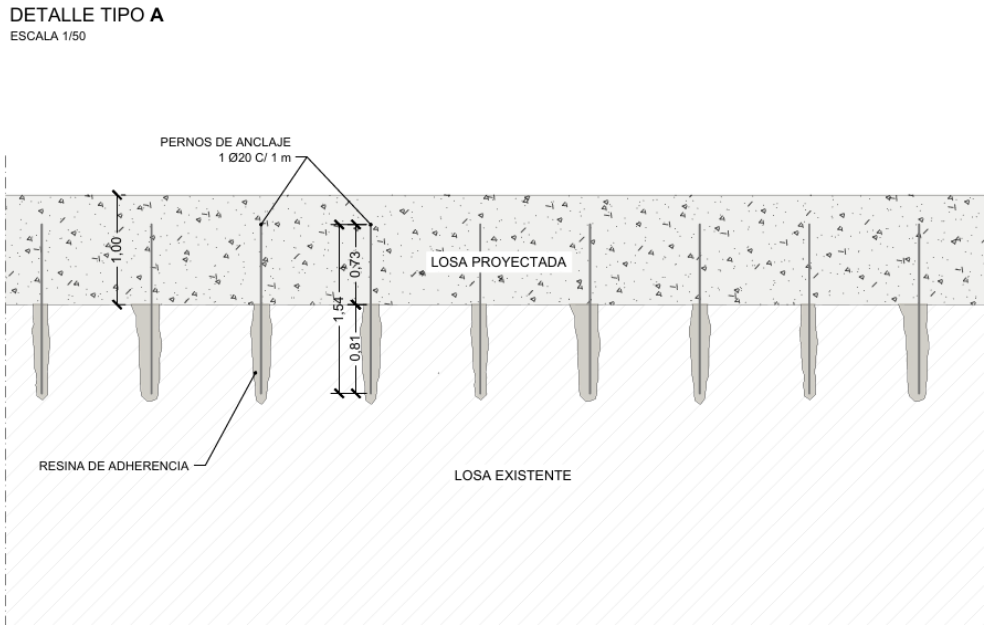


Ilustración 12. Detalle pernos de anclaje

Las longitudes de anclaje adoptadas, determinadas conforme al Artículo 49.5 del Código Estructural, son:

- En hormigón existente (HA-25): **0,81 m**.
- En hormigón nuevo (HA-30): **0,73 m**.

Esta disposición garantiza un comportamiento conjunto entre ambos elementos, evitando deslizamientos o fisuras en la unión y manteniendo la capacidad portante del andén en toda su anchura.

Armaduras del conjunto

- **Losa superior:** doble mallazo Ø10 cada 15 cm en ambas direcciones, con prolongación de las armaduras sobre el muro.

- **Muro de contención:** doble cara de acero, con armadura vertical Ø10 cada 30 cm y horizontal Ø8 cada 25 cm.
- **Zapata corrida:** armadura principal inferior Ø12 cada 25 cm en ambas direcciones y superior Ø10 cada 30 cm.

Las armaduras cumplen las prescripciones de recubrimiento, anclaje y disposición establecidas en el Código Estructural, garantizando durabilidad, rigidez y control de fisuración.

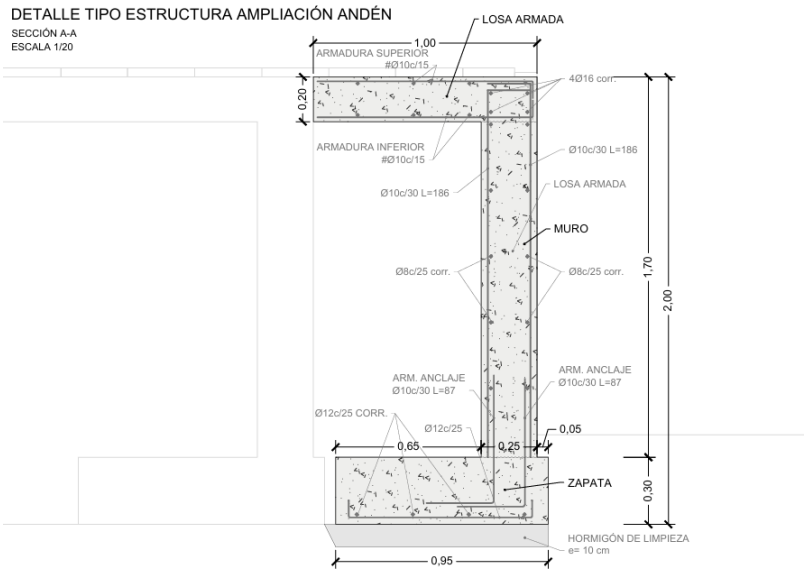


Ilustración 13. Detalle armado andén

Edificios

Edificio de Control de accesos

El edificio está destinado exclusivamente al control de acceso a los andenes. Dispone de un espacio principal de 9,95 × 4,80 m y 2,60 m de altura libre, que alberga tres tornos de control accesibles y una máquina expendedora de billetes. A este volumen se adosan dos dependencias auxiliares: un cuarto técnico de 10,96 m², destinado a albergar las instalaciones eléctricas y fotovoltaicas, y un almacén de uso exclusivo de SFM con una superficie de 11,95 m².

El edificio se emplaza manteniendo el eje de la envolvente del antiguo edificio, junto al límite de vía. La fachada sureste se separa 4,30 m del nuevo bordillo del aparcamiento, reduciéndose hasta 2,50 m en la zona de estrechamiento. El acceso principal se sitúa en esquina, formado por dos puertas enrollables metálicas bajo un voladizo de protección que enfatiza la entrada. En la fachada opuesta, una puerta alineada con la rampa de acceso a andenes garantiza la continuidad del recorrido peatonal. Además, la fachada sureste incorpora un hueco acristalado de 3,00 × 2,20 m, que proporciona iluminación natural y ventilación al interior.

El edificio permanecerá abierto durante el horario de servicio ferroviario y cerrado al finalizar las operaciones diarias, garantizando la seguridad y el control de accesos del recinto.

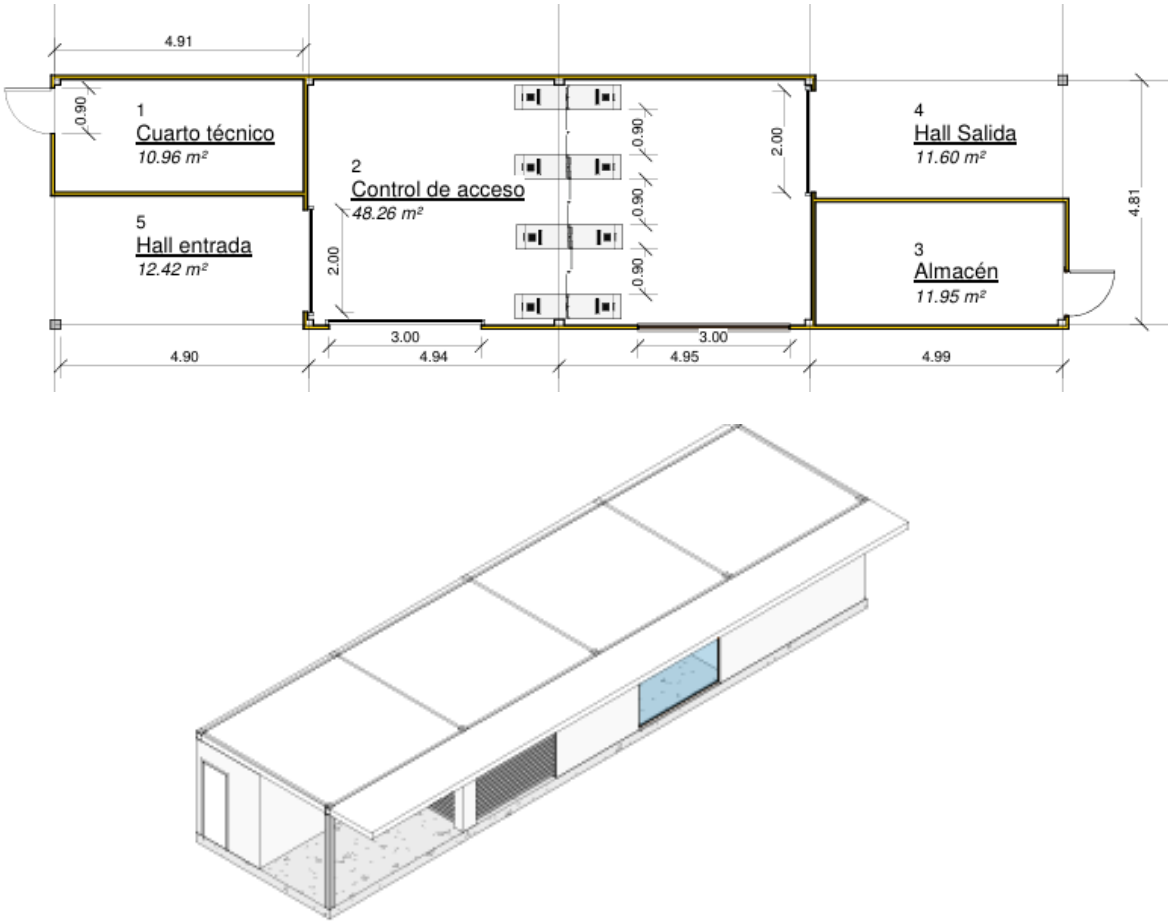


Ilustración 14: Edificio de acceso

La estructura del edificio se resuelve mediante un sistema metálico porticado, compuesto por cinco pórticos transversales que conforman cuatro vanos de 5,00 m entre ejes. Los pilares, ejecutados con perfiles UPN-180, y los dinteles, con perfiles UPN-220, soportan una cubierta ligera formada por correas metálicas ZF-160×3,0 mm dispuestas cada 1,00 m. En el lateral sur se dispone un voladizo continuo de 1,60 m de longitud, que actúa como protección del acceso principal frente a la lluvia y la radiación solar. La cubierta mantiene una pendiente del 1 % hacia el sur, favoreciendo la evacuación del agua de lluvia mediante una canaleta longitudinal.

La cimentación se ejecuta con zapatas aisladas de hormigón armado HA-30 (acero B500S), vinculadas mediante vigas de atado y centradoras para equilibrar excentricidades y evitar asientos diferenciales. En total se disponen diez zapatas, organizadas en dos alineaciones bajo los pilares, todas ellas contenidas dentro de la plataforma del edificio.

La envolvente se compone de cerramientos ligeros tipo panel sándwich y carpinterías metálicas, con un diseño sencillo y funcional. El voladizo exterior proporciona además una protección eficaz frente a la intemperie en las zonas de acceso.

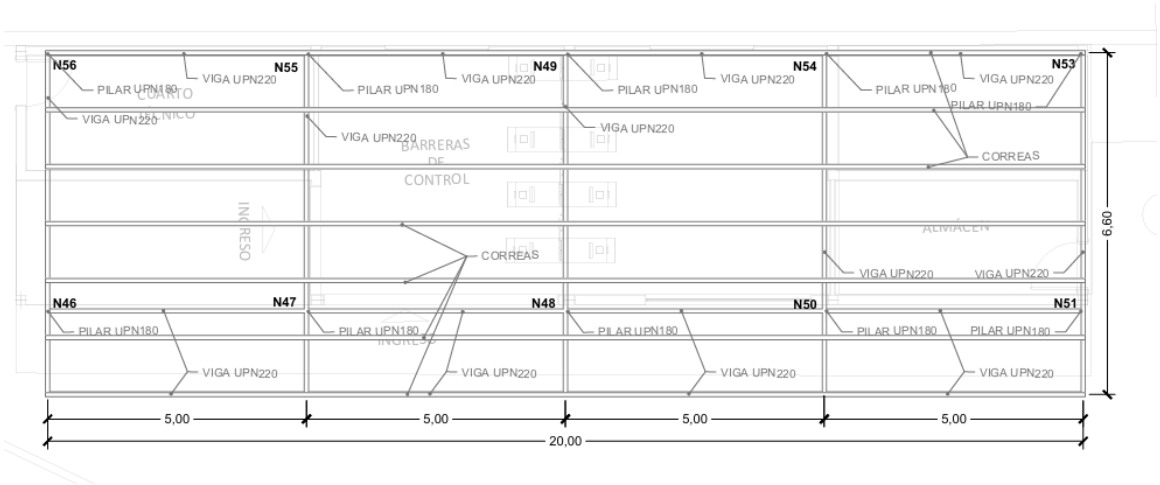
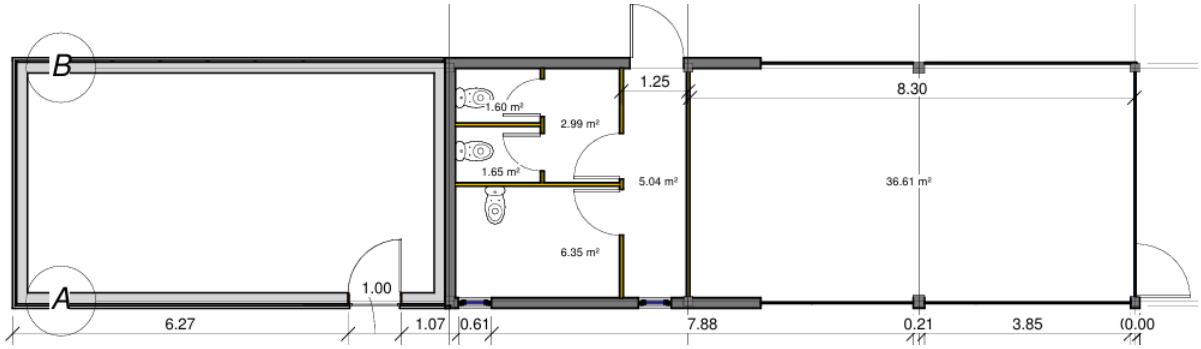


Ilustración 15. Visualización de elementos estructurales

Edificio complementario

El edificio complementario se configura como un volumen anexo al edificio de enclavamiento existente, destinado a albergar la envolvente de una futura cafetería —no incluida en el presente proyecto—, la preinstalación de agua y saneamiento, y un bloque de tres aseos (hombres, mujeres y PMR), que podrán utilizarse de forma independiente respecto al espacio de cafetería.

El edificio se desarrolla en planta libre de 4,24 × 12,75 m interiores, con acceso principal en la fachada sureste y una puerta de servicio en la fachada noreste, destinada exclusivamente a los aseos. Su implantación se realiza adosada al lateral sureste del edificio de enclavamiento, sobre la calle Guillem Moragues, manteniendo el mismo ancho para lograr una lectura arquitectónica unitaria entre ambos volúmenes. Las distancias de referencia son: 6,55 m a la calle Guillem Moragues, 19,20 m al nuevo bordillo sureste y 3,25 m al lindero noreste.



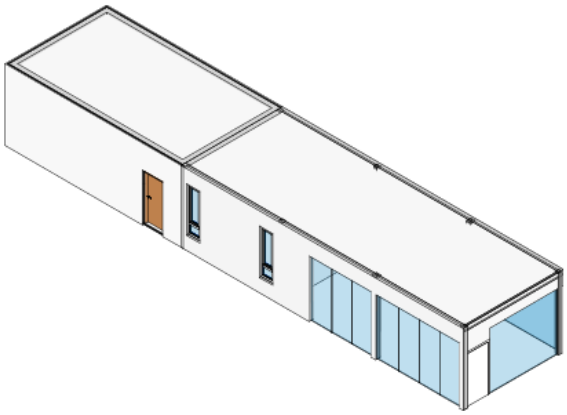


Ilustración 16: Edificio complementario. Cafetería y Aseos.

La estructura se resuelve mediante cuatro pórticos metálicos transversales, que configuran tres vanos de entre 4,09 y 4,17 m. Los pilares son perfiles UPN-160, excepto en el tercer pórtico, donde se utiliza un UPN-200 para resistir las mayores solicitaciones de viento cuando los acristalamientos se encuentren abiertos. Los dinteles principales se ejecutan con perfiles UPN-200, y sobre ellos se disponen correas ZF-160×3,0 mm separadas 1,00 m, que además de soportar la cubierta ligera, actúan como arriostramiento transversal del conjunto. La cubierta presenta una pendiente del 1 % hacia el oeste, que facilita la evacuación del agua de lluvia. Todos los elementos estructurales se fabrican en acero S275JR, con ejecución conforme a la EN 1090-2 y acabado galvanizado en caliente o zinc-magnesio (ZM310–ZM430). La tornillería estructural es 8.8 galvanizada, con par de apriete controlado según norma.

La cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado HA-30, unidas entre sí mediante vigas de atado y centradoras de 40×50 cm y 40×40 cm, que garantizan la estabilidad y el equilibrio frente a las excentricidades de los pilares. Se distinguen tres tipologías:

El diseño garantiza tensiones de contacto ≤ 0,14 MPa y factores de seguridad adecuados frente a vuelco y deslizamiento. Todas las zapatas se disponen enterradas 0,25 m bajo la cota de solera, permitiendo la correcta ejecución del pavimento y el paso de las instalaciones.

La envolvente se resuelve con cerramientos ligeros tipo panel sándwich color blanco, que unifican visualmente este volumen con el resto de edificaciones de la estación y proporcionan una imagen arquitectónica homogénea y contemporánea.

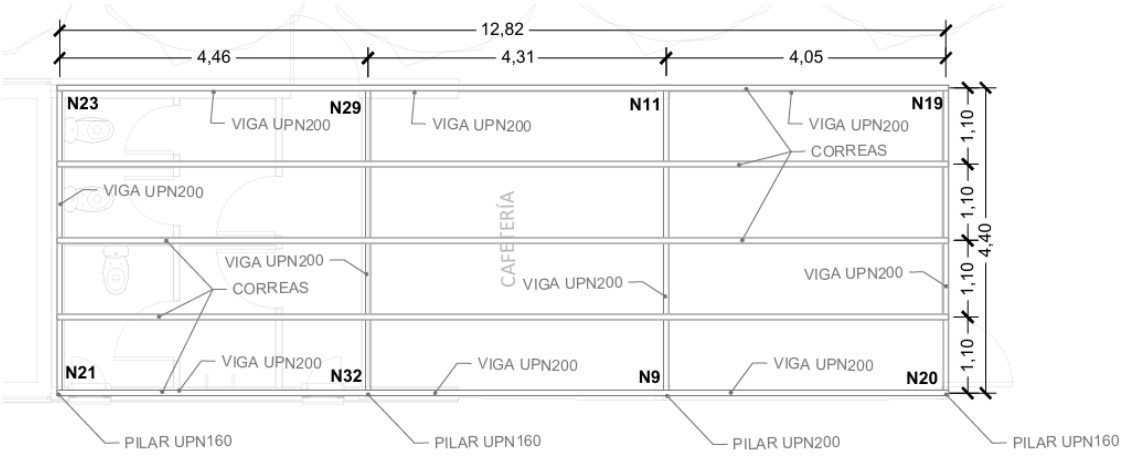


Ilustración 17. Visualización de elementos estructurales.

Edificio de enclavamiento existente

El centro de enclavamiento actual contiene numerosas instalaciones de difícil traslado por lo que se mantiene. Se proyecta la modificación de su fachada para integrarlo en el nuevo conjunto, manteniendo la fachada con el mural del artista Joan Agulló.

Para ello se plantea picar el alero para enrasarlo con la fachada, además de demoler la cubierta de teja curva, ya que debajo existe un recinto cerrado prefabricado, se realizará una protección de este punto frente a humedades y se pondrá un sistema de recogida y evacuación de aguas, para recubrir el edificio con doble fachada de panel sándwich con terminación en láminas de acero galvanizado pintado en blanco (sistema similar al de las fachadas ventiladas), al igual que el nuevo edificio anexo, de modo que se planea la armonización visual de todo el conjunto mediante los acabados.



Ilustración 18: Edificio Existente

Parque fotovoltaico

Con el objetivo de reducir las emisiones de CO_2 y fomentar el uso de energías renovables, se proyecta la ejecución de una planta solar fotovoltaica asociada a la estación de Petra. La instalación se divide en dos zonas diferenciadas, que en conjunto suministrarán energía al sistema eléctrico de la estación y a los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

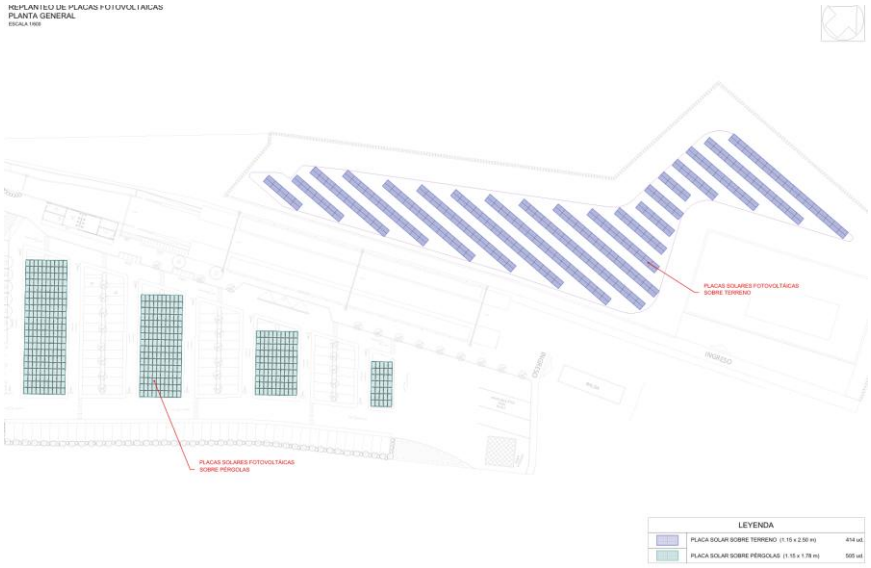


Ilustración 19. Planta fotovoltaica proyectada

Zona 1 – Planta fotovoltaica sobre suelo

Ubicada en el lado norte de las vías, junto a la subestación eléctrica existente, esta zona ocupa la parcela de SFM y las dos parcelas colindantes hacia el oeste. La planta se compone de 414 módulos fotovoltaicos de 635 Wp cada uno, alcanzando una potencia pico total de 262,89 kWp. La energía generada se canaliza hacia un conjunto de inversores compuestos por dos unidades de 100 kW y una unidad de 110 kW, que proporcionan una potencia nominal total de 262,89 kWp (177,80 + 85,09). Los módulos se disponen orientados al sur, con separación suficiente entre filas para evitar sombras y permitir el paso de vehículos de mantenimiento.

Zona 2 – Instalación fotovoltaica en marquesinas del aparcamiento

La segunda zona se sitúa en las cubiertas de las marquesinas metálicas del aparcamiento, donde se instalarán 505 módulos fotovoltaicos de 425 Wp cada uno, que suman una potencia pico total de 262,96 kWp. Los módulos se integran directamente en la cubierta inclinada de las marquesinas, orientados al sur con una pendiente de 5°, coincidente con la geometría estructural.
Esta zona cuenta con seis inversores de distintas potencias, con una potencia nominal total de 230 kWp, garantizando el rendimiento óptimo y el equilibrio entre los campos solares y el sistema de conversión.

Planta FV	Pot. unitaria	Pot por módulos	Pot. inversor
Módulos (414 Uds)	635 Wp	262’89 kWp	
Inversores(2uds)	100kW		177’80 kWp
Inversores (1ud)	110 kW		85’09 kWp
Aparcamiento			
Módulos (505 Uds)	460 Wp	232’30 kWp	
Inversores(6 uds)	Varias potencias		232’30 kWp
Potencia total instalación		**495’19 kWp**	**495’19 kWp**



Ilustración 20: Vista 3D paneles aparcamiento

Estructura mesas para parque solar

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos de la planta solar se resuelve mediante mesas metálicas biposte hincadas al terreno, configuradas como un sistema estructural ligero, económico y de rápida instalación, adecuado para cimentaciones directas sin uso de hormigón.

Cada mesa está formada por dos apoyos verticales (postes) hincados al terreno, unidos por un dintel longitudinal sobre el que se disponen las correas de fijación de los módulos. Este conjunto constituye una estructura estable frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, garantizando la rigidez necesaria en servicio y un óptimo aprovechamiento del terreno.

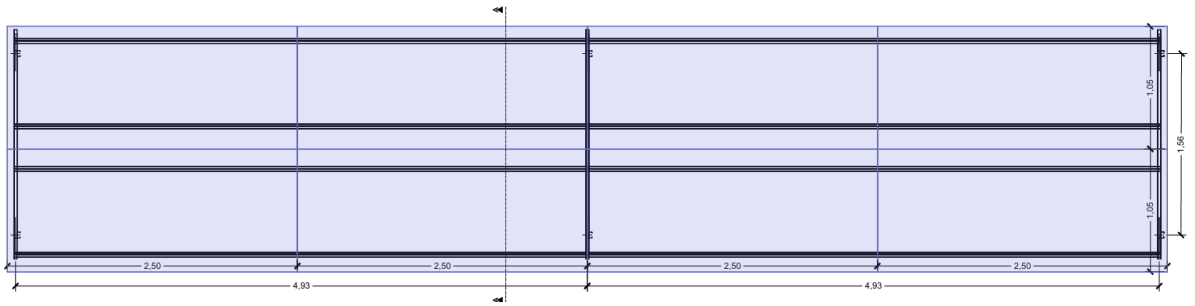


Ilustración 21. Estructura en planta mesas parque solar

La disposición en planta sigue la configuración general del parque solar, con separación entre pórticos de 4,93 m (centro a centro), lo que permite soportar cuatro módulos fotovoltaicos por vano. Las filas se orientan al sur, con una pendiente de 20°, optimizando la captación solar y facilitando la evacuación del agua de lluvia.

El sistema admite pequeñas irregularidades del terreno, ajustando la profundidad de hinca de los postes para mantener la inclinación y alineación del conjunto. Los módulos se fijan a las correas mediante presores intermedios y terminales de aluminio anodizado o acero galvanizado, asegurando ventilación posterior, holguras perimetrales y dilataciones térmicas adecuadas.

La cimentación se resuelve mediante hinca directa de los postes metálicos al terreno, sin necesidad de zapatas ni hormigones, lo que permite una ejecución rápida, reversible y con mínima afección al terreno natural.

Los postes se introducen mediante martinete hidráulico o neumático, con control de verticalidad, pudiendo realizarse predrilling (perforación previa) en zonas con bolos o terreno muy compacto. Las profundidades de hinca de proyecto son:

- Poste delantero: hasta 1,50 m desde rasante.
- Poste trasero: hasta 1,80 m desde rasante.

Estas profundidades aseguran un empotramiento suficiente frente a las acciones de viento y momentos de vuelco, garantizando la estabilidad global sin necesidad de rigidizadores adicionales.

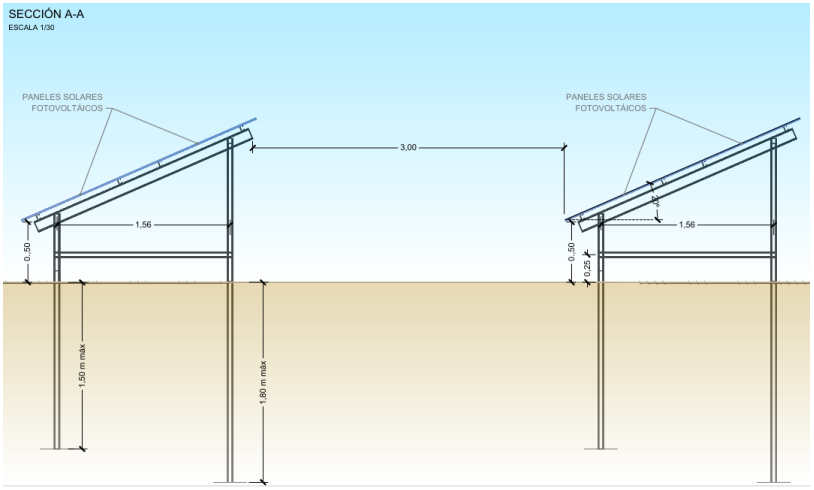


Ilustración 22. Sección tipo mesas parque solar

Ensayos de verificación (POT – Pull-Out Test)

Antes del montaje completo de las estructuras, se llevará a cabo una campaña de ensayos de tracción y carga lateral (POT) con el fin de verificar la capacidad portante real del sistema de hinca y ajustar las profundidades de empotramiento de los postes metálicos en función del comportamiento del terreno.

Los ensayos se realizarán sobre un número representativo de apoyos distribuidos por el ámbito de la planta, aplicando cargas progresivas de tracción y empuje lateral, y registrando los desplazamientos verticales y horizontales mediante instrumentación de control (reloj comparador o sistema óptico).

Los resultados obtenidos en esta fase previa permitirán definir con precisión la profundidad final de hinca de cada tipo de poste (delantero y trasero), garantizando que las estructuras trabajen dentro de los límites elásticos previstos y mantengan la pendiente y alineación establecidas en proyecto.

Los criterios de aceptación adoptados son los habituales en estructuras solares biposte:

- Desplazamiento lateral ≤ 30 mm bajo carga de ensayo y ≤ 25 mm tras la descarga.
- Desplazamiento en tracción ≤ 20 mm bajo carga de ensayo y ≤ 10 mm tras la descarga.

El cumplimiento de estos valores asegura que la cimentación por hinca presente un comportamiento elástico, estable y sin pérdida de capacidad portante, garantizando la seguridad estructural de las mesas fotovoltaicas durante toda su vida útil.

Cargadores eléctricos

La estación dispondrá de un sistema de generación de energía eléctrica mediante instalación fotovoltaica, integrada en las marquesinas del aparcamiento y en la planta solar situada al norte de las vías. Parte de la energía generada se destinará al autoconsumo y, en particular, a la alimentación de los puntos de recarga para vehículos eléctricos instalados en el aparcamiento.

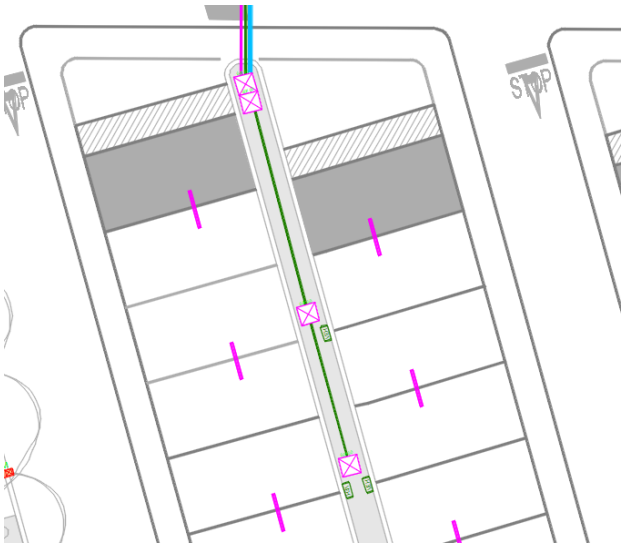


Ilustración 23. Ubicación cargadores eléctricos

Se instalarán tres módulos de recarga, cada uno equipado con dos puntos de carga de 22 kW, lo que permite seis posiciones de recarga simultánea. Los equipos se conectarán al sistema fotovoltaico y al cuadro general de baja tensión, garantizando la compatibilidad con el régimen de autoconsumo y la gestión energética inteligente del conjunto. Los cargadores estarán dotados de protecciones

diferenciales y magnetotérmicas, contadores MID y comunicación OCPP, de acuerdo con la normativa UNE-EN 61851 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT – ITC-BT-52).

Red de servicios proyectadas

Red de Drenaje

Se ha realizado una prueba de infiltración en el terreno en la zona del aparcamiento para comprobar la viabilidad de proyectar pavimentos drenantes. El resultado obtenido indica que, por debajo de la capa de tierra vegetal, el terreno presenta carácter impermeable. No existiendo punto de conexión de aguas pluviales en las inmediaciones, se proyecta un sistema de drenaje sostenible que recoge el agua de escorrentía generada en el aparcamiento, la lámina y la conduce hacia una **balsa de retención e infiltración** ubicada en el extremo noreste del ámbito.

El sistema se compone de una red secundaria de recogida en accesos y cubierta (cafetería proyectada), y de una red principal que recoge el drenaje del aparcamiento a través del pavimento permeable.

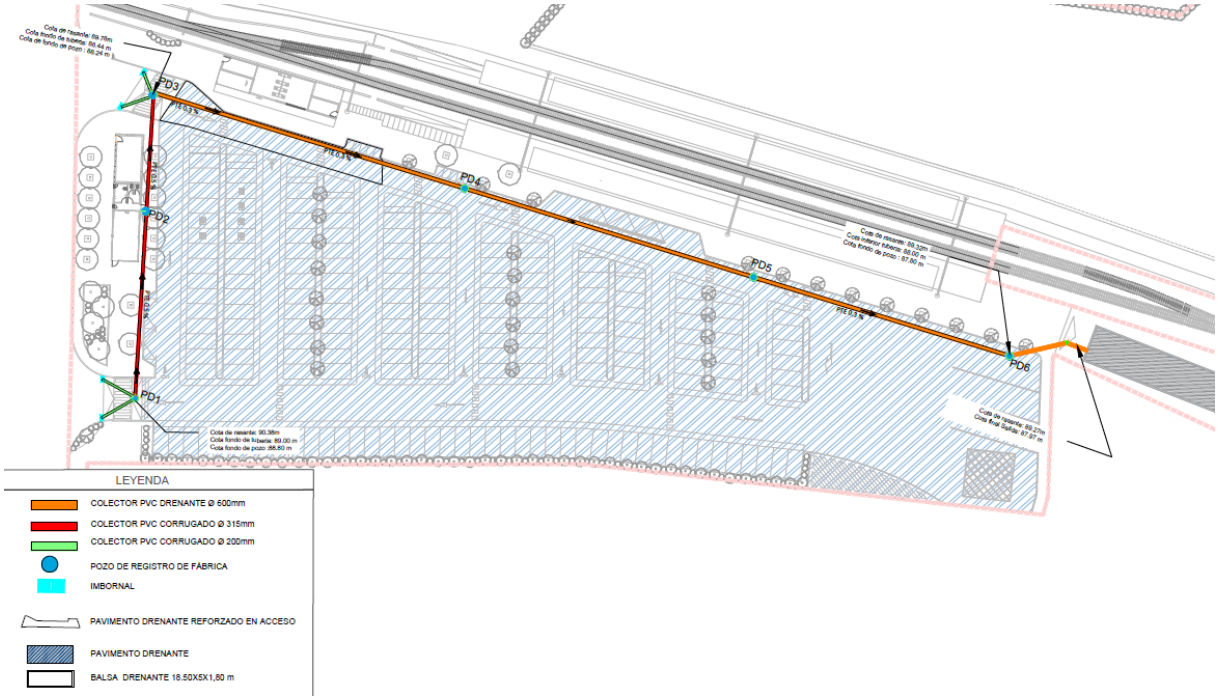


Ilustración 24. Plano en planta de sistema de drenaje

La red secundaria comienza en los accesos de entrada y salida del aparcamiento (señalados en verde en el plano) se disponen **sumideros**, cuyo objetivo es evitar encharcamientos en las inmediaciones de los pasos de peatones elevados.

Estos sumideros se conectan a un **colector de PVC corrugado de 315 mm de diámetro** (marcado en rojo en el plano), que discurre por el acerado de la zona oeste.

En la traza de esta tubería se conecta la red de drenaje de la cubierta de la cafetería proyectada. Allí, enlaza con los sumideros situados en la salida norte, conformando la red secundaria de recogida.

Desde el extremo noroeste comienza la **tubería de drenaje principal** (marcada en naranja en el plano), ejecutada mediante tubería corrugada de PVC drenante de **600 mm de diámetro**.

Esta conducción se diseña para recoger el conjunto de la escorrentía infiltrada a través del pavimento permeable del aparcamiento. Para garantizar el correcto funcionamiento hidráulico y permitir labores de mantenimiento, se dispondrán pozos de registro cada 50 metros.

Para laminar y evacuar este volumen se expropia una parcela residual contigua a la vía donde se dispone una **balsa de retención/infiltración** de **302,40 m³** y dimensiones **56,0 × 6,0 × 1,8 m**, situada en el extremo noreste del ámbito. Esta infraestructura recibe la aportación del pavimento permeable y favorece su **infiltración controlada** en el terreno, en coherencia con la estrategia SUDS definida en el proyecto.

Red Saneamiento y abastecimiento

Con el fin de mejorar las condiciones de evacuación y adaptar el trazado de la red al nuevo orden de viales del aparcamiento, se proyecta la interceptación del colector existente en la esquina noreste del ámbito y su reposición mediante una nueva conducción de hormigón Ø400 mm.

El nuevo colector discurrirá bajo el vial de salida del aparcamiento, siguiendo un trazado prácticamente rectilíneo hasta enlazar con el pozo de conexión existente en el vial principal, que se encuentra a una profundidad aproximada de 1,70 m. Este pozo constituye el punto de vertido a la red municipal y establece la cota hidráulica de referencia para el dimensionamiento del nuevo tramo.

El colector actual quedará fuera de servicio y será demolido en el tramo comprendido dentro de la parcela, garantizando la desconexión completa de los ramales interiores y su sustitución por la nueva infraestructura.

Las características geométricas y constructivas del colector proyectado son las siguientes:

- **Diámetro interior**: 400 mm
- **Material**: Hormigón armado, con junta elástica estanca, conforme a la norma UNE-EN 1916
- **Longitud total**: 164,83 m
- **Cota fondo pozo inicial**: 89,38 m
- **Cota fondo pozo de conexión existente**: 88,83 m
- **Pendiente media:** 0,33 %

El empleo de tubería de hormigón se justifica por la escasa profundidad disponible, ya que en algunos tramos la cubierta del tubo resulta limitada debido a la rasante del vial de salida. En estas condiciones,

el uso de un tubo de PVC no proporcionaría la resistencia mecánica suficiente frente a las cargas del tráfico rodado, motivo por el cual se adopta el hormigón como solución más resistente y estable.

El trazado se ejecutará en zanja convencional, con profundidad variable entre 1,50 y 1,90 m, disponiendo una cama de asiento de arena seleccionada de 10 cm, relleno lateral compactado por tongadas y relleno superior con material adecuado conforme a las especificaciones del pliego. Los pozos de registro intermedios se ubican en los cambios de dirección o de pendiente, dotados de marcos y tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado.

Además, se proyecta un aliviadero de emergencia Ø100 mm, que se conecta desde el pozo nº1 y descarga en la balsa de retención de pluviales situada al sureste del aparcamiento. Aunque este recorrido es más largo que el inicialmente previsto, permite ganar cota hidráulica y mejorar el funcionamiento del sistema en caso de sobrecarga de la red unitaria.

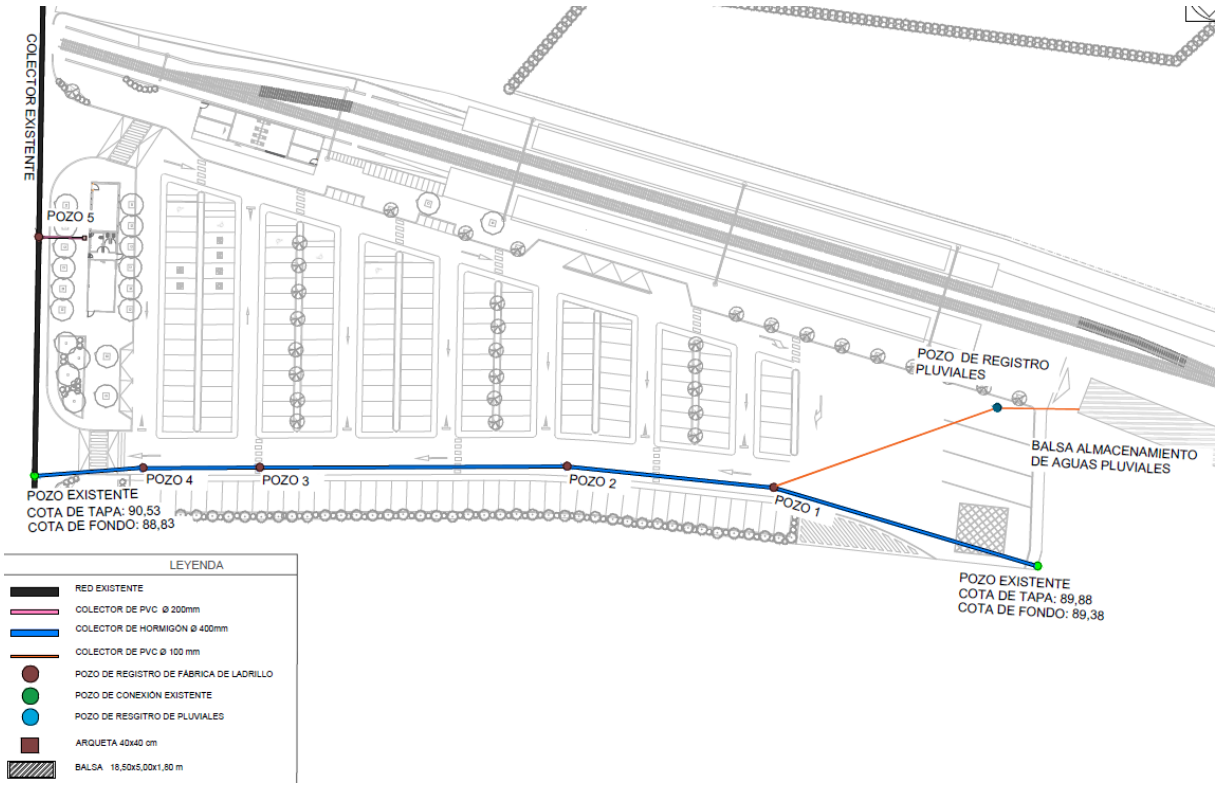


Ilustración 25. Red de saneamiento proyectada.

Este aliviadero actúa exclusivamente como medida de emergencia, de uso puntual durante episodios de lluvia de alta intensidad, y su presencia no exime de la responsabilidad municipal de ejecutar en el futuro la red separativa de pluviales y saneamiento, imprescindible para evitar posibles sobrecargas o retornos hacia las instalaciones de Serveis Ferroviaris de Mallorca (SFM).

Con esta actuación se logra una red de saneamiento más regular en su trazado y sección, compatible con las condiciones hidráulicas existentes, que permite una evacuación controlada y segura de los caudales combinados de aguas residuales y pluviales del ámbito.

Comprobación cota hidráulica

Antes del inicio de las obras se realizará una verificación topográfica detallada del vial norte del aparcamiento, con el fin de comprobar las cotas hidráulicas del colector municipal y evaluar la posibilidad de optimizar la pendiente del nuevo tramo proyectado. La comprobación se llevará a cabo mediante nivelación de precisión o estación total, contrastando las cotas de fondo de los pozos existentes y la rasante del vial, lo que permitirá verificar el perfil longitudinal real del colector y compararlo con el trazado previsto en el proyecto.

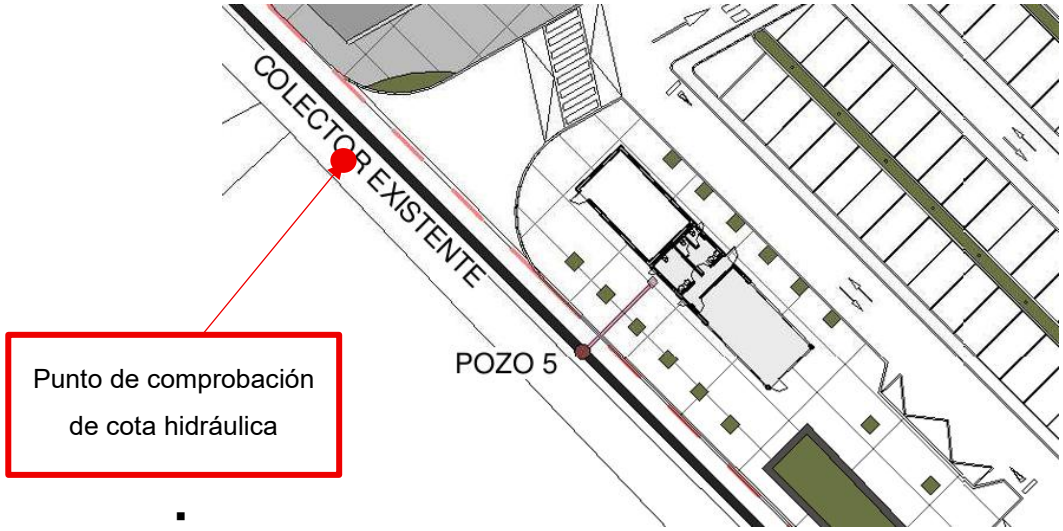


Ilustración 26. Punto de comprobación de cota hidráulica (punto rojo)

En caso de detectarse un punto de conexión más favorable, se valorará una modificación del trazado para que el nuevo colector atraviese el aparcamiento en dirección oblicua, manteniendo la profundidad proyectada y garantizando la accesibilidad para operaciones de mantenimiento.

Esta ajuste previo al replanteo permitirá mejorar el comportamiento hidráulico del sistema, favoreciendo la autolimpieza del conducto y reduciendo el riesgo de sedimentación. La decisión final sobre la cota y trazado de conexión se adoptará tras la campaña topográfica y revisión conjunta con la Dirección de Obra, antes de iniciar la excavación de zanjas.

Red Alumbrado Público

Se proyecta una **instalación de alumbrado completa para los distintos sectores de la estación**, con el objetivo de garantizar niveles adecuados de visibilidad, confort y seguridad tanto en las zonas exteriores como en los espacios interiores de servicio. El sistema de alumbrado está diseñado conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT – ITC-BT-09 y 28) y a la norma UNE-EN 13201, priorizando la eficiencia energética, el bajo mantenimiento y la integración estética con el entorno de la estación.

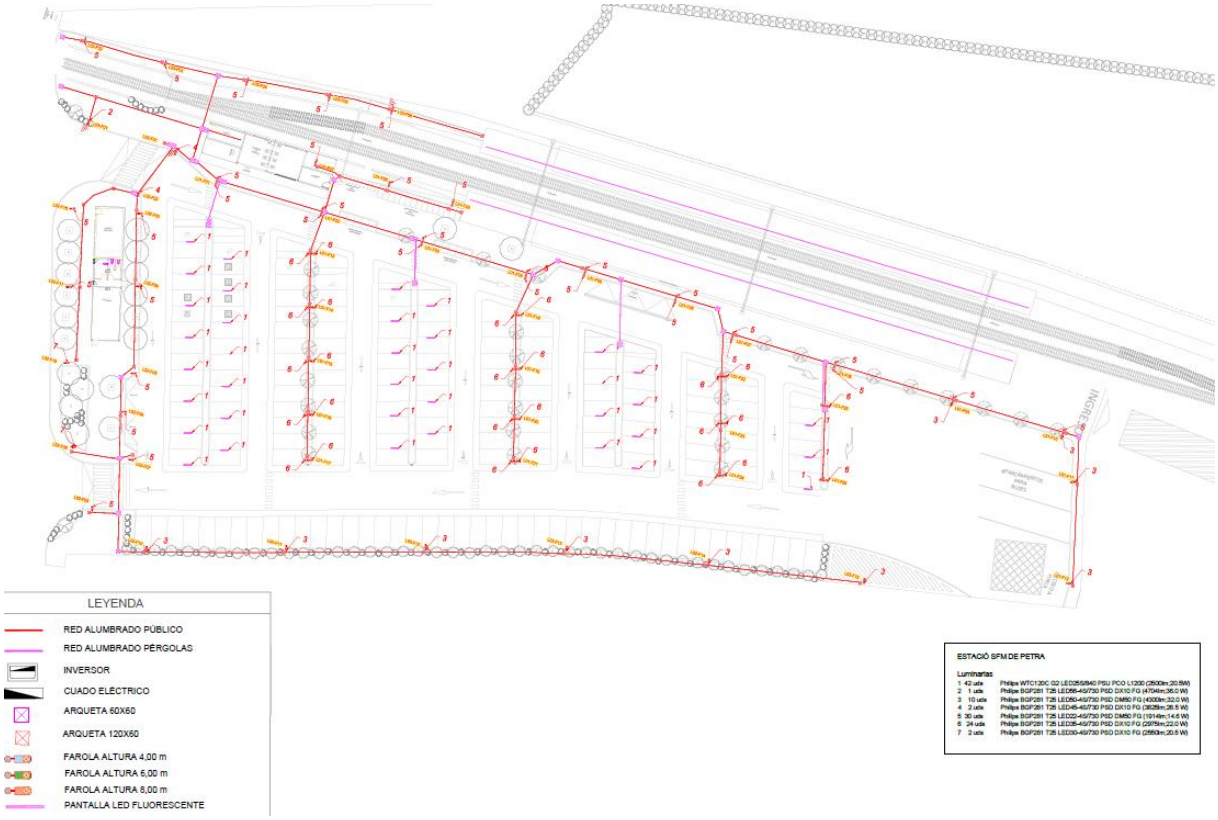


Ilustración 27. Red de alumbrado proyectada.

En el ámbito del aparcamiento se proyecta un sistema de alumbrado diferenciado para el vial de circulación y las zonas peatonales.

- Para el vial de circulación, se instalan luminarias tipo vial montadas a 6 m de altura, garantizando una iluminancia media de 15 lux.
- Para las aceras y recorridos peatonales, se disponen luminarias secundarias a 4 m de altura sobre las mismas columnas, obteniendo una iluminancia media de 10 lux.

Las luminarias seleccionadas son del tipo URBAN FLEX de Philips o similar, con tecnología LED de alta eficiencia energética y clasificación lumínica A, con temperatura de color neutra (4.000 K) y un índice de reproducción cromática superior a 70.

En la zona de aparcamiento cubierta por marquesinas fotovoltaicas, la iluminación se resuelve mediante pantallas lineales LED estancas, fijadas bajo la estructura metálica, asegurando una distribución uniforme de la luz sin deslumbramiento ni interferencias con los módulos solares.

En las áreas de espera de la estación, situadas bajo las marquesinas de los andenes, la iluminación se resuelve mediante una tira LED continúa instalada a lo largo de toda la longitud de la cubierta, proporcionando una iluminancia media de 15 lux sobre el nivel del andén. Cada 5 metros se instala un bloque autónomo de emergencia, que garantiza la continuidad del servicio en caso de fallo de suministro, conforme a lo establecido en la ITC-BT-28 y UNE-EN 1838.

En los tramos de andén no cubiertos por marquesina, se mantienen o reubican las farolas existentes, adaptando su disposición a la nueva geometría de los andenes y asegurando una iluminación uniforme.

En la zona de entrada y conexión entre el aparcamiento y el edificio de control de accesos, clasificada como zona peatonal, se proyectan columnas con luminarias LED a 4 m de altura, que garantizan una iluminancia media de 10 lux. El diseño lumínico busca resaltar el recorrido de acceso y la volumetría de los edificios, manteniendo la coherencia cromática y estética del conjunto.

Las dependencias interiores, que incluyen el cuarto técnico, el edificio de control de accesos y el almacén de SFM, se iluminan mediante pantallas LED estancas de alta eficiencia, instaladas en techo y distribuidas para alcanzar niveles de iluminación adecuados a su uso (≥ 300 lux), conforme a la norma UNE-EN 12464-1 sobre iluminación interior de locales de trabajo.

Red de baja tensión

La instalación eléctrica de la estación se organiza a partir del cuadro de conmutación existente, que permite seleccionar el suministro eléctrico bien desde las instalaciones de SFM o desde la red de distribución de E distribución. Este cuadro se traslada a la nueva sala técnica, desde donde alimentará al cuadro general de servicios de la estación, que actúa como elemento principal de distribución y protección del conjunto de instalaciones.

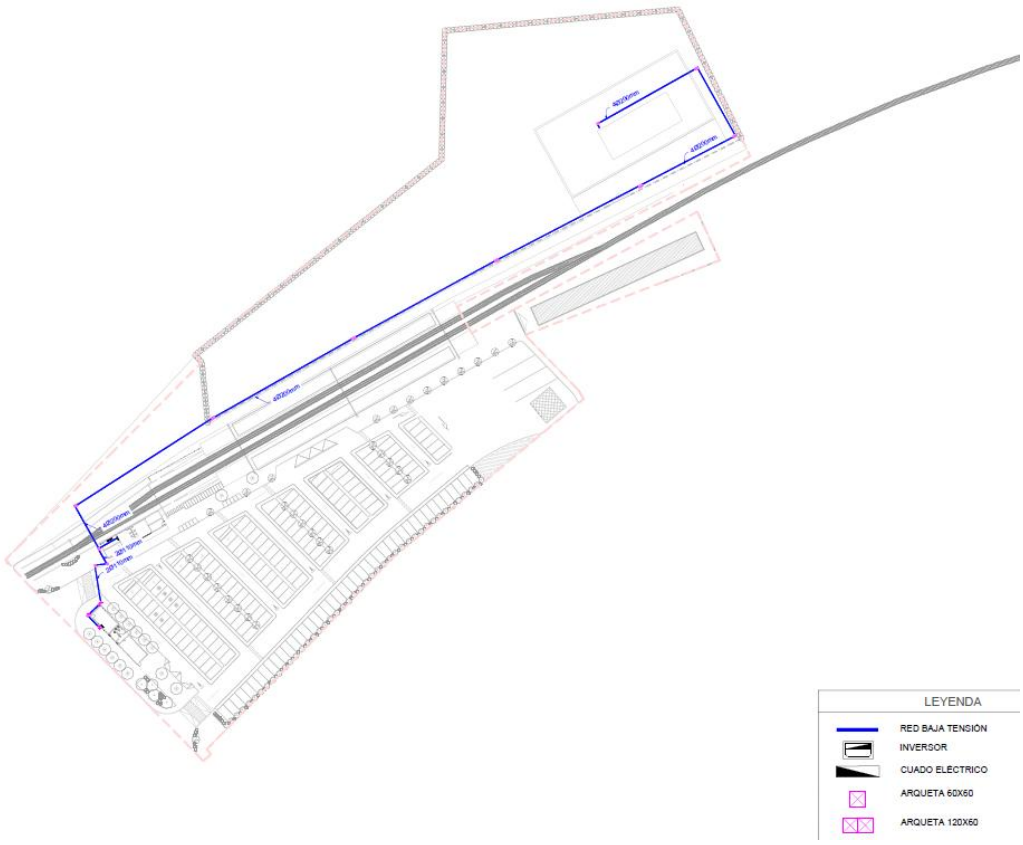


Ilustración 28. Red de baja tensión proyectada.

El cuadro general de servicios gobernará los siguientes subsistemas:

- Cuadro de recarga de vehículos eléctricos.
- Cuadro de alumbrado exterior e interior.
- Cuadro de cafetería.

De este modo, todos los servicios de la estación podrán funcionar indistintamente con energía procedente de SFM o de la red de compañía, garantizando la continuidad del suministro en cualquier situación.

El cuadro de recarga se ubicará en la sala técnica, junto al cuadro general de servicios, y actuará como cuadro de gobierno y protección de los puntos de recarga. Su potencia máxima admisible es de 43,6 kW, y gestionará de forma individual e independiente cada uno de los tres cargadores eléctricos instalados en el aparcamiento. El cuadro estará dotado de protecciones magnetotérmicas, diferenciales y contra sobretensiones, así como de los elementos de maniobra y control necesarios conforme a la ITC-BT-52 del REBT.

El cuadro de alumbrado centralizará la alimentación y protección de toda la instalación de iluminación de la estación, incluyendo:

- Zona de aparcamiento.
- Zona de andenes.
- Accesos y recorridos peatonales.

El diseño prevé varios circuitos independientes por zona, de forma que ante un posible fallo de una línea siempre quede una parte de la instalación en servicio, mejorando la fiabilidad y seguridad del sistema.
El cuadro estará equipado con protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones transitorias, cumpliendo las exigencias de la ITC-BT-17.

El cuadro eléctrico de la cafetería se ubicará en el local anexo destinado a uso hostelero, con una potencia máxima prevista de 25 kW. Dado que la explotación no está aún definida, la electrificación se plantea de forma básica y provisional, previendo una distribución inicial que permitirá su adecuación futura cuando se determine el programa de necesidades del operador.
Este cuadro se alimentará desde el cuadro general de servicios, con protecciones propias de línea y diferencial independiente.

Red de riego

La **red de riego** proyectada tiene por objeto garantizar el aporte de agua necesario para el correcto arraigo y mantenimiento de las **zonas ajardinadas del entorno del aparcamiento** de la estación.

No se prevé red de riego en la **planta solar fotovoltaica**, ubicada al norte de la vía, cuya pantalla vegetal de cipreses se establecerá mediante riegos manuales de asiento puntuales durante su periodo inicial de implantación.

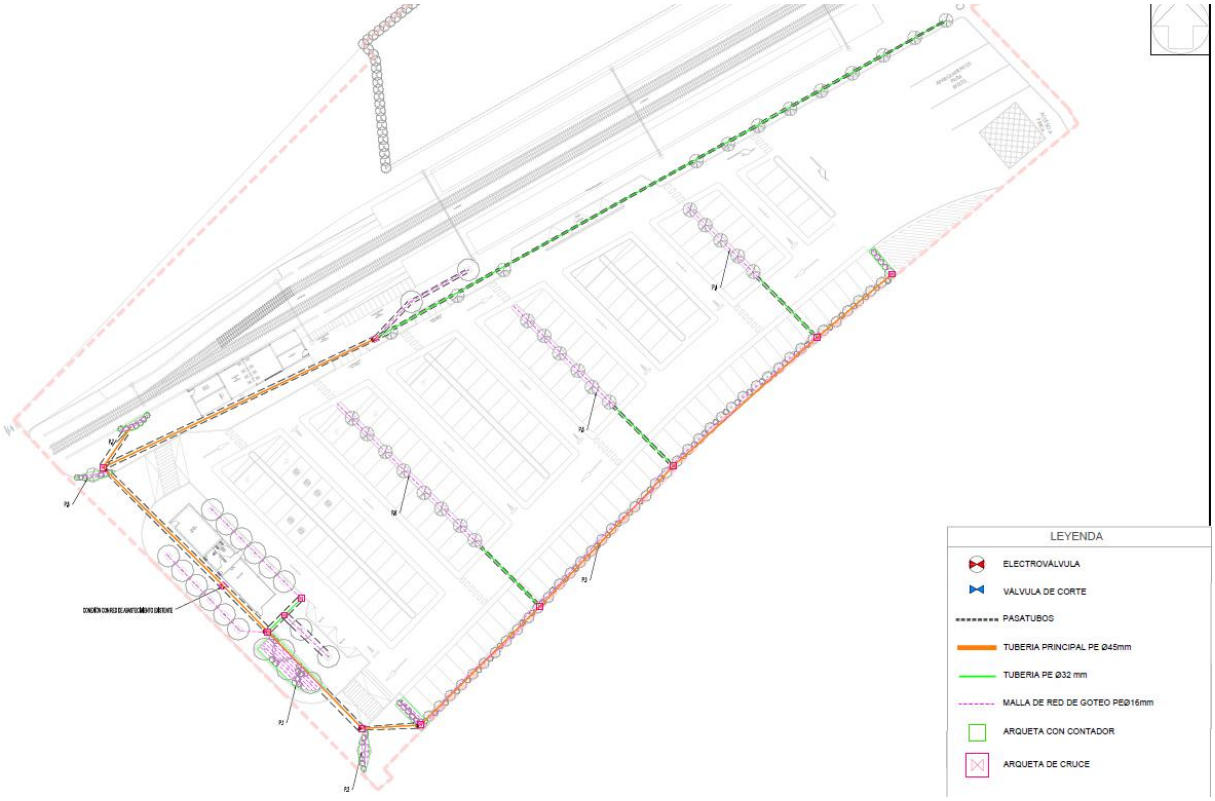


Ilustración 29. Planta general Red de riego.

El sistema automatizado cubrirá las siguientes áreas dentro del recinto:

- **Isletas centrales del aparcamiento:** Zonas ajardinadas donde se ubican las alineaciones de tilos (*Tilia cordata*), distribuidas entre las hileras de plazas de estacionamiento. Estas isletas cuentan con superficie permeable delimitada por bordillos tipo jardinera enrasados con el pavimento y albergan las plantaciones de arbolado de sombra.
- **Acerado oeste junto al edificio de cafetería:** Franja ajardinada lineal que discurre paralela a la fachada del edificio de cafetería y la acera perimetral que delimita el vial de acceso.
- **Acerado norte paralelo al andén:** Banda de vegetación situada entre la acera peatonal y el cerramiento que limita el aparcamiento con la zona ferroviaria. En este tramo se disponen plantaciones puntuales que actúan como elemento de transición visual entre el ámbito urbano y las instalaciones de vía.
- **Franja ajardinada del borde sur:** Zona verde continua que bordea el límite meridional del aparcamiento y el vial de acceso, configurando un jardín lineal con vegetación de acompañamiento, que sirve de transición con las parcelas colindantes.

En conjunto, la red de riego cubre todas las áreas ajardinadas incluidas dentro del perímetro pavimentado del aparcamiento, garantizando un funcionamiento autónomo y sectorizado. El sistema está diseñado para adaptarse a la diversidad de especies y superficies existentes, manteniendo presiones y caudales uniformes en cada tramo mediante conducción principal, ramales secundarios y líneas de goteo de distinto diámetro.

Servicios afectados

Las obras previstas en el Proyecto Constructivo de la Estación de Petra interfieren parcialmente con algunas de las redes existentes en el ámbito. Las afecciones detectadas se concentran en tres sistemas principales: la línea aérea de media tensión de Endesa, la red de saneamiento unitaria municipal y la canalización soterrada de media tensión ferroviaria (SFM).

En todos los casos, las soluciones adoptadas se orientan a garantizar la seguridad de la obra, la continuidad del servicio y la compatibilidad funcional entre las infraestructuras existentes y las nuevas actuaciones proyectadas.

Red de media tensión aérea

En la situación actual, la línea aérea de distribución eléctrica de Endesa cruza el aparcamiento de la estación mediante dos apoyos situados en el interior de la parcela. La ejecución de la nueva ordenación del aparcamiento y la instalación de marquesinas fotovoltaicas resultan incompatibles con la permanencia de este tendido aéreo.



Ilustración 30. Red de media tensión proyectada

Por este motivo, se ha proyectado el soterramiento completo de la línea, conforme a la alternativa consensuada entre Endesa y Servicios Ferroviarios de Mallorca (SFM).

El nuevo trazado se desarrollará por el dominio público de las calles Capellà Penya y Guillem Moragues, bordeando el límite este del ámbito de actuación hasta enlazar con el punto de conexión definido por la compañía distribuidora.

Los trabajos de adecuación y entronque de la red existente serán ejecutados por e-distribución Redes Digitales S.L., propietaria de la instalación, de acuerdo con las condiciones técnico-económicas establecidas en su presupuesto nº 0000878384.

La canalización soterrada se ejecutará mediante zanja de servicio con tubos normalizados de polietileno corrugado 3×1×240 mm² Al 12/20 kV, disponiéndose arquetas de registro y protección de hormigón según normativa de la compañía.

Red de saneamiento unitaria municipal

El colector existente de PVC Ø 300 mm que discurre por el borde este de la parcela se ve afectado por la nueva configuración del aparcamiento y los viales de acceso. Para garantizar la continuidad hidráulica y mejorar la pendiente de evacuación, se proyecta la reposición completa del tramo interior mediante una nueva conducción de PVC corrugado Ø 400 mm SN-8, trazada bajo el vial de salida del aparcamiento hasta su conexión en el pozo existente en la calle Guillem Moragues.

El trazado incluye pozos de registro intermedios en los cambios de dirección o pendiente, con tapas de fundición dúctil clase D-400 aptas para tráfico rodado. La profundidad de excavación variará entre 1,5 y 1,9 m, manteniendo la pendiente media de 0,33 %.

Esta reposición permite disponer de un colector regular en planta y perfil, con capacidad suficiente para la evacuación de las aguas residuales y pluviales del ámbito, garantizando su conexión funcional con la red municipal existente.

Red de media tensión (SFM)

La red de media tensión ferroviaria, discurre soterrada de forma paralela a la vía 2, en el margen ocupado por el andén norte. Durante la ejecución de la ampliación del andén se prevé la ocupación del espacio en planta donde discurre dicha canalización. El trazado de la línea no se verá afectado directamente, dado que su cota se sitúa por debajo del nivel de cimentación del nuevo andén.

No obstante, el pozo de registro existente asociado a esta red se prolongará verticalmente hasta alcanzar la cota superior del andén ampliado, garantizando su accesibilidad para futuras operaciones de mantenimiento o reparación.

.

Con esta actuación se mantiene la integridad de la canalización eléctrica y la posibilidad de registro y ventilación, evitando interferencias con la estructura ampliada y asegurando la continuidad operativa de la red ferroviaria.

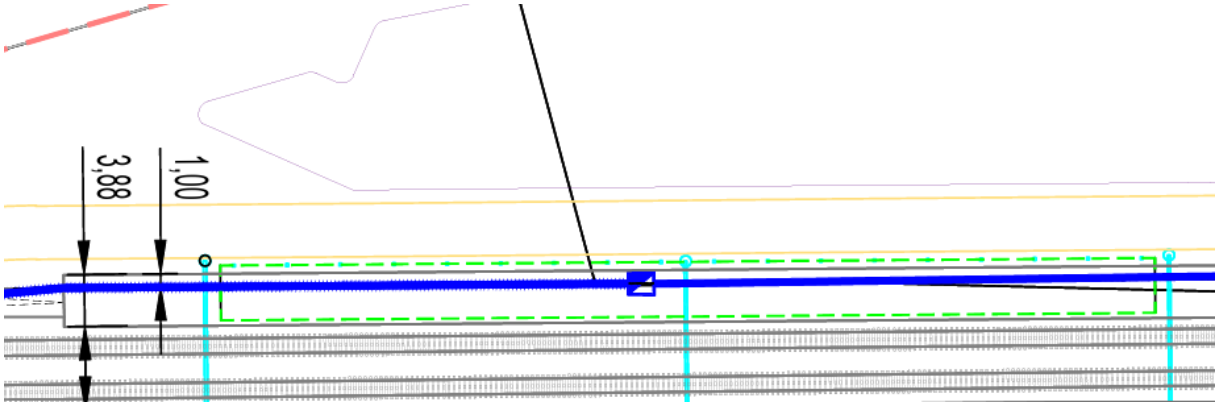


Ilustración 31. Ubicación arqueta media tensión

Jardinería

El área de estacionamiento constituye el único espacio ajardinado del recinto ferroviario, incorporando especies de porte medio y crecimiento controlado que aportan sombra, reducen la temperatura superficial del pavimento y mejoran el confort térmico sin interferir con las marquesinas fotovoltaicas, luminarias o redes de servicio.



Ilustración 32. Vista general plantaciones

Las alineaciones principales se componen de tilos (Tilia cordata) dispuestos en las isletas centrales del aparcamiento, seleccionados por su capacidad de generar sombra estival, su baja demanda hídrica y su buena adaptación a entornos urbanos compactados. En las aceras perimetrales, se conservarán las

melias existentes (Melia azedarach), trasladando únicamente aquellos ejemplares que interfieran con las nuevas canalizaciones o pavimentos. Los trasplantes se realizarán en periodo invernal y con cepellón protegido.

En el límite este del aparcamiento se proyecta un seto mixto de cipreses (Cupressus sempervirens) y madroños (Arbutus unedo), que define el borde del recinto y contribuye a la integración paisajística. La composición combina la verticalidad del ciprés con el follaje denso del madroño, generando un frente verde ordenado y permeable visualmente.

Las franjas ajardinadas se delimitan mediante bordillos tipo jardinera enrasados con el pavimento, y se acondicionan con tierra vegetal de unos 0,80 m de espesor, convenientemente aireada y drenante, que garantiza el correcto enraizamiento y evita encharcamientos.

En el perímetro de la planta solar fotovoltaica, situada al norte de la vía férrea, se dispone una pantalla vegetal continua de cipreses (Cupressus sempervirens) a lo largo de los lados norte, este y oeste. Esta alineación perenne y de bajo mantenimiento permite minimizar el impacto visual de las estructuras metálicas y reforzar la integración ambiental del conjunto.

Expropiaciones

Para la ejecución del proyecto es necesario expropiar tres parcelas colindantes con la infraestructura ferroviaria, que se expropian en su totalidad. **La delimitación y superficie de las parcelas objeto de expropiación se han mantenido conforme a las definidas en el Proyecto Básico**, no produciéndose variaciones en el ámbito ni en la extensión de las afecciones previstas.

La **valoración económica de dichas expropiaciones se ha realizado a efectos meramente estimativos, de acuerdo con los criterios y directrices indicados por la Dirección Facultativa**, quedando su valoración definitiva supeditada al correspondiente procedimiento administrativo.

La superficie total objeto de expropiación es la siguiente:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	4.690	0	4.690

Se incluye en el plano nº26 además de las expropiaciones, las servidumbres y ocupaciones temporales impuestas por la reposición de servicios de saneamiento y media tensión.

La superficie afectada por servidumbre es:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	475,84		475,84

La superficie afectada por ocupación temporal es:

TERMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m^2	SUELO URBANIZADO m^2	TOTALES m^2
Petra	186,5		186,5

Cerramientos

En el ámbito del proyecto se ejecutan dos tipos de cerramiento diferenciados según su ubicación y función.

Cerramiento del andén

En el borde del andén se dispone un cerramiento metálico de **2,00 m de altura**, destinado a garantizar la seguridad de los usuarios y a delimitar el ámbito ferroviario, sin menoscabo de la integración arquitectónica de la estación.

El cerramiento se materializa mediante una **verja metálica prefabricada**, formada por bastidores con perfiles horizontales y barrotes verticales de sección cuadrada, configurados en disposición regular, que proporciona un adecuado equilibrio entre protección, visibilidad y permeabilidad visual. Los bastidores se disponen entre **postes metálicos de sección cuadrada**, anclados al borde del andén mediante placas base y sistemas de anclaje mecánico o químico, garantizando la correcta estabilidad, alineación y durabilidad del conjunto.

La unión entre postes y bastidores se resuelve mediante elementos de fijación específicos del sistema de cerramiento, sin necesidad de soldaduras en obra, asegurando un montaje preciso y un acabado homogéneo. Todos los elementos metálicos disponen de **protección anticorrosiva**, basada en galvanizado y recubrimiento superficial, con acabado final en **color blanco**, acorde con la imagen general de la estación y el resto de las actuaciones proyectadas.

El diseño del cerramiento, de predominio vertical, permite mantener la visibilidad a lo largo del andén y hacia las vías, contribuyendo a la seguridad y al control visual del espacio, al tiempo que se integra de forma coherente en el conjunto arquitectónico de la estación.

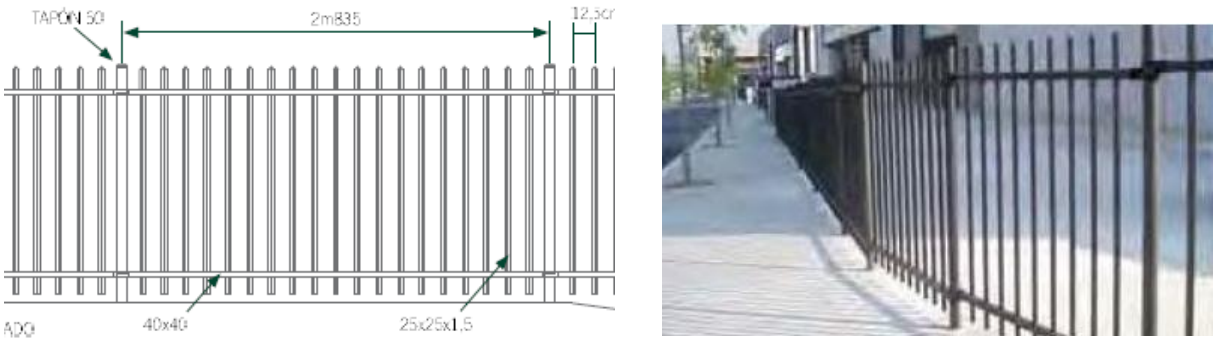


Ilustración 33. Detalle vallado andén

Cerramiento perimetral y portones

El cerramiento perimetral se dispone alrededor de la balsa de regulación y la planta solar fotovoltaica, ejecutado con malla de simple torsión galvanizada, sujeta a postes metálicos empotrados en dados de hormigón. El conjunto se completa con dos cancelas metálicas de acceso, de 7 m de ancho y 2 m de altura, del mismo acabado y color que el vallado, destinadas al paso de vehículos de mantenimiento.

Con estas actuaciones se consigue una delimitación completa y funcional del recinto ferroviario y del parque solar, combinando cerramientos de seguridad en la zona de andenes y vallados ligeros en las zonas técnicas.

Mobiliario urbano

En el ámbito de los andenes se instalará **mobiliario urbano de nueva ejecución**, con el objetivo de mejorar el confort de los usuarios y la integración estética del conjunto.

Se dispondrán un total de **doce bancos tipo "Málaga WPC" o similar**. Los bancos estarán formados por una estructura metálica en color gris metalizado y asiento de WPC con acabado natural. Su diseño combina **resistencia, durabilidad y estética**, manteniendo una imagen coherente con el entorno ferroviario.

Los bancos se ubicarán de forma **alineada a lo largo de ambos andenes**, situados en las zonas de espera y próximos a las marquesinas, dejando espacio libre suficiente para el tránsito de los pasajeros y el acceso a los trenes.

Asimismo, se instalarán **papeleras tipo "Cerdanyola" o similar**, distribuidas en puntos estratégicos del andén y de la zona de acceso a la estación. Estas papeleras, de **chapa perforada galvanizada pintada al horno**, cuentan con una capacidad de **60 litros** y un diseño sencillo y resistente, adecuado para su uso en espacios públicos.

El conjunto de mobiliario se integra con el diseño general de la estación, manteniendo **una imagen moderna, funcional y homogénea**, acorde con los criterios de accesibilidad, limpieza y durabilidad previstos en el proyecto.



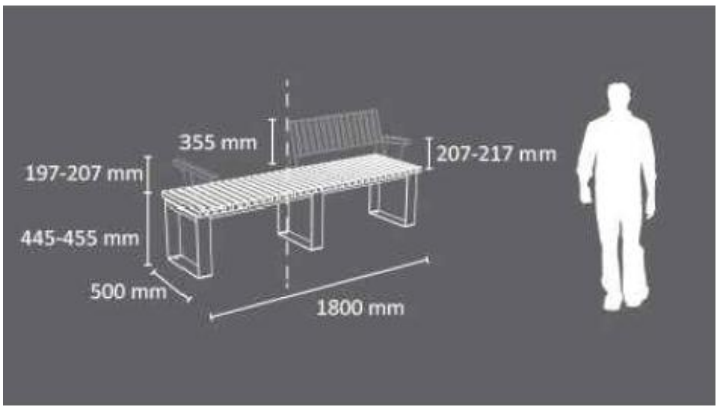


Ilustración 34. Ejemplo imagen mobiliario

Varios

Dentro del apartado de varios se incluyen **dos actuaciones específicas de acondicionamiento** sobre elementos existentes, con el objetivo de integrarlos en el nuevo conjunto de la estación y mejorar su estado de conservación y apariencia.

Acondicionamiento del vallado vías

Se realizará la limpieza y acondicionamiento del vallado situado junto a las vías, compuesto por un murete de hormigón y un cerramiento metálico superior. Los trabajos consisten en la limpieza superficial mediante agua a presión, eliminando suciedad, eflorescencias y restos biológicos, así como el cepillado y tratamiento puntual de zonas deterioradas. Con esta intervención se recupera la uniformidad del cerramiento existente, manteniendo su integridad estructural y adecuándolo estéticamente al nuevo entorno de la estación.



Ilustración 35. Vallado vías actuales

Acondicionamiento del murete de andén

En el murete del andén se aplicará una pintura plástica antihumedad en color blanco, previa limpieza y preparación del soporte. El tratamiento incluye la aplicación de imprimación selladora y dos manos de pintura transpirable, que protegen el paramento frente a la humedad y aportan un acabado uniforme y luminoso. Esta actuación permite renovar la imagen del muro del andén y armonizarlo con el resto de los nuevos elementos arquitectónicos y constructivos del conjunto ferroviario.



Ilustración 36. Paramento del andén actual

1.2 Documentos que se entregan al contratista

Los documentos que la Administración entregue al Contratista pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

1.2.1 Documentos contractuales

Tendrán carácter contractual los documentos a que les atribuya tal carácter la Ley de Contratos del Sector Público (L.C.S.P.), Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

En particular:

Los documentos del Proyecto que obligan al contratista en la ejecución de la obra.

- Memoria del proyecto.
- Planos.
- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Cuadro de precios nº1.
- Cuadro de precios nº2.

- Presupuesto.
- Resumen del presupuesto

1.2.2 Documentos informativos

Los datos sobre procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen en los anejos de la memoria, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración, sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran y, en consecuencia, deben aceptarse tan solo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

1.3 Dirección de las obras

Será de aplicación la regla 31 de la Orden FOM 4003/2008 y las reglas 5, 16, 31 y 35 de la Orden FOM 1698/2013 de las NGC que define esta figura y la de sus colaboradores.

1.4 Funciones del director

Las funciones de la Dirección de Obra, relativas a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, están definidas en el Reglamento General de Contratación (RGC). Son principalmente las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas y el cumplimiento del programa de los trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que este Pliego de prescripciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condición de los materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y

ocupación de los bienes afectados por ellas y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.

- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional o definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración a la Dirección de Obra para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

1.5 Personal del contratista

Será de aplicación lo dispuesto en las cláusulas 5, 6 y 10 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG).

EL PCAG en su cláusula 5 define la figura del Contratista y la del delegado del Contratista, así como las misiones que le son encomendadas. En la cláusula 6 se define la residencia del delegado. Las facultades de la Administración con relación al personal del Contratista están contempladas en la cláusula 10.

El delegado del Contratista para esta obra será un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que será ayudado por un Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Tendrá en obra permanentemente un jefe de Obra y un Encargado General con categorías, al menos, de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y de Auxiliar Técnico respectivamente, además del restante personal auxiliar.

Aparte de lo anteriormente expuesto, el adjudicatario de las obras contratará un (1) auxiliar técnico y un (1) vigilante de obra por turno, en las personas que le proponga nominalmente el director, que quedarán asignadas exclusivamente a las funciones de la Dirección hasta la recepción provisional de las obras.

Desde que se dé comienzo a las obras hasta su recepción, el representante del Contratista (jefe de Obra) debidamente autorizado, deberá poner en conocimiento de la Dirección de la Obra sus ausencias de la obra, dejando un sustituto aceptado por dicha Dirección.

1.6 Oficina para la dirección en el lugar de las obras

Será de aplicación lo dispuesto en la cláusula 7 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG).

El Contratista facilitará, a petición de la Dirección de la Obra, una oficina debidamente acondicionada a juicio de ésta, con despachos dotados de enseres y útiles de trabajo, hasta la recepción provisional de las obras, considerándose que dichas instalaciones están incluidas en el presupuesto.

Todos los costes de mantenimiento y funcionamiento de esta oficina serán a cargo del Contratista y se consideran incluidos en los precios del contrato.

1.7 Órdenes al contratista

Será de aplicación lo dispuesto en la cláusula 8 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG) que indica lo siguiente:

El "Libro de Órdenes" será diligenciado previamente por el servicio a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de la recepción definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección, que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar, a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción definitiva, el "Libro de Órdenes" pasará a poder de la Administración, si bien podrá ser consultado en todo momento por el contratista.

Las órdenes del Director de Obra, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección de la Obra. De darse la excepción antes expresada, la autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

1.8 Libro de órdenes y de incidencias

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 8 y 9 del PCAG.

El Contratista, en todo momento, tendrá a disposición de la Dirección de Obra un libro de órdenes, conservado en buen estado, en donde se anotarán cuantas órdenes, instrucciones y comunicaciones crea oportuno realizar, el cual deberá ser firmado por el primero de acuerdo con lo previsto en las cláusulas 8 y 9 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

1.9 Pliegos, instrucciones y normas aplicables

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Las prescripciones de las siguientes instrucciones y normas serán de aplicación con carácter general, y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que se definen en el presente documento para los materiales o la ejecución de las obras.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (LCSP)
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre de 2001 y Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131. En este pliego RGLCAP.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto de 31 de diciembre de 1970. En este pliego PCAG.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976. En este Pliego PG-3. Y, la orden FOM 891/2004 y la orden circular 24/2008, por la que se actualizan algunos artículos del PG-3, relativos a firmes y pavimentos.
- Instrucción para la Recepción de Cementos, Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, (RC-16).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, RD 1890/2008, e Instrucciones Técnicas Complementarias
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y demás normativa de aplicación en seguridad que se puede ver en el estudio de seguridad y salud
- Normas particulares de las Compañías Eléctricas Gesa-Endesa.
- Directiva 2014/35/UE (Baja Tensión).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición)
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía
- Norma UNE-EN 61439 (conjuntos de aparamenta de baja tensión)
- Norma grado protección envolventes UNE-EN 62262 (IK)
- Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre secciones de firme, aprobada por Orden FOM 3460/2003, de 28 de noviembre.

- Norma UNE vigentes del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización, que afecten a los materiales y obras del presente proyecto.
- Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (MOPTMA)
- Instrucción 8.3-IC sobre señalización de obras aprobadas por O.M. de 31 de agosto de 1987, y modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y sus modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por el RD 780/1998 de 30 de abril junto con la Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.
- RD 773/1997 de 30 de mayo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y modificación, de 8 de abril de 1999.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Reglamentos y Órdenes en vigor sobre Seguridad e Higiene del Trabajo en la Construcción y Obras Públicas. En este pliego, normas MT.
- R.D.105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- CTE DB-SE-AE (acciones sísmicas)
- Demás legislación y disposiciones oficiales vigentes relativas a la Construcción y Obras Públicas que pueden afectar a los trabajos que se realicen en esta obra.
- 5.2-I.C. Instrucción de carreteras. Drenaje superficial.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de carreteras.
- Nota de servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes.
- Orden Circular 5/2001, de 15 de junio, sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas en caliente y pavimentos de hormigón.
- Real Decreto 334/1982, de 12 de febrero, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito de las Comunidades Autónomas con otra lengua oficial distinta al castellano (BOE del 27 de febrero de 1982).
- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre 1981)
- Orden FOM 534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 5 de abril de 2014)
- Orden Circular 38/2016 sobre la aplicación de la disposición transitoria única de la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC Señalización Vertical de la Instrucción de Carreteras
- Resolución de 1 de junio de 2009, de la Dirección General de Tráfico, por la que se aprueba el Manual de Señalización Variable (BOE del 13 de junio de 2009). Corrección de errores BOE del 23 de junio de 2009.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC sobre marcas viales (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre de 1987).
- Orden FOM 534/2014 (Norma 8.1-IC)
- Orden Circular 38/2016.
- Nota de Servicio 2/2007, de 15 de febrero, sobre los criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal. Anulada parcialmente (criterios técnicos) por la Orden FOM 2543/2014 que aprueba el artículo 700 del PG-3.
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal. Dirección General de Carreteras, diciembre 2012.
- Orden Circular 15/2003, de 13 de octubre, sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. – Remate de obras. –
- Orden Circular 16/2003, de 20 de noviembre, sobre intensificación y ubicación de carteles de obras.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido (BOE del 18 de noviembre de 2003).
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE del 23 de octubre de 2007).

- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE del 17 de diciembre de 2005)
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Nota de Servicio, de 20 de diciembre de 2003, sobre emisión de certificado de buena ejecución de obras.
- Nota interior de 24 de febrero de 2004, sobre obligatoriedad del cumplimiento de la normativa europea en productos de construcción
- Sistema de gestión de la calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001:2015, aplicable a las empresas que intervienen en la ejecución de las obras.
- Norma del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo para la ejecución de Ensayos de Materiales actualmente en vigencia (M.O.P.T.)
- Métodos de ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales (M.E.L.C.)
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Será de aplicación, aunque no esté contemplada específicamente, cualquier disposición pliego, reglamento o norma de obligado cumplimiento.

El RGLCAP, el PCAG y el RGC, serán de aplicación por la Administración Contratante como normativa subsidiaria de las NGC.

En caso de presentarse discrepancias entre las especificaciones impuestas por los diferentes pliegos, instrucciones y normas, se entenderá como válida la más restrictiva.

En cualquier caso, se entenderá que las normas citadas serán de aplicación en sus últimas versiones actualizadas y editadas.

2 CONDICIONES QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA

2.1 Procedencia de los materiales

Todos los materiales que se empleen en las obras, figuren o no este Pliego, reunirán las condiciones de calidad exigibles en la buena práctica de la construcción y la aceptación por la Dirección de una marca, fábrica o lugar de extracción, no exime al Contratista del cumplimiento de estas prescripciones.

Cumplida esta premisa, así como las que expresamente se prescriben para cada material en los artículos de este Pliego, queda de la total iniciativa del Contratista la elección del punto de origen de los materiales, cumpliendo las siguientes normas:

- No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados en los términos y forma que prescriba la Dirección de Obra, o persona en quien delegue.
- Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo la supervisión de la Dirección de Obra o técnico en quien delegue.
- Dichos ensayos podrán realizarse en los laboratorios de obra, si los hubiere, o en los que designe la Dirección de Obra y de acuerdo con sus instrucciones.
- En caso de que el Contratista no estuviese conforme con los procedimientos seguidos para realizar los ensayos, se someterá la cuestión a un laboratorio designado de común acuerdo y en su defecto al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, dependiente del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, siendo obligatorio para ambas partes la aceptación de los resultados que en él se obtengan y las condiciones que formule dicho laboratorio.
- El Contratista abonará el costo de los ensayos de control de materiales y control de procedimientos de ejecución que encargue directamente la Dirección de Obra, hasta un máximo de uno por ciento (1%) del presupuesto de adjudicación, que se considera incluido en los precios ofertados. Esta cantidad se refiere al coste directo de los trabajos exclusivamente, sin que pueda aumentarse su valoración con ningún porcentaje (salvo el I.V.A.), ni tampoco con Gastos Generales y Beneficio Industrial. Los ensayos de presentación de un material por el Contratista para establecer su idoneidad y aquellos que reflejen resultados negativos en los materiales o en la ejecución de la obra serán abonados por el Contratista a su costa, sin que queden incluidos en la partida disponible del 1% de control de calidad. Si se incluye expresamente en esta partida el coste de los ensayos de hormigones a nivel de control normal y los ensayos de información en su caso, salvo que estos procedan de un problema surgido en la calidad de hormigones detectado durante el control a nivel normal.

- La Dirección de Obra se reserva el derecho de controlar y comprobar antes de su empleo la calidad de los materiales deteriorables, tales como los conglomerantes hidráulicos. Por consiguiente, podrá exigir al Contratista que, por cuenta de éste, entregue al laboratorio designado por la Dirección la cantidad suficiente de materiales para ser ensayados; y éste lo hará con la antelación necesaria, en evitación de retrasos que por este concepto pudieran producirse, que en tal caso se imputarán al Contratista.
- Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales del Pliego se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan con el objetivo al que se destinen.
- Todos estos exámenes previos no suponen la recepción de los materiales. Por tanto, la responsabilidad del Contratista en el cumplimiento de esta obligación no cesará mientras no sean recibidas las obras en las que se hayan empleado. Por consiguiente, la Dirección de la Obra puede mandar retirar aquellos materiales que, aun estando colocados, presenten defectos no observados en los reconocimientos.
- Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta y riesgo del Contratista, o vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra.
- Se entiende que todo material podrá ser rechazado en el momento de su empleo, si en el instante no cumple las condiciones expresadas en este Pliego, aunque con prioridad hubiera sido aceptado.

2.2 Utilización de materiales que aparezcan durante las obras

Será de aplicación lo indicado en la cláusula 15 del PCAG que indica lo siguiente:

"El contratista podrá utilizar gratuitamente, pero sólo para la ejecución de la obra y con la previa autorización del Director de ésta, las rocas, los minerales y los manantiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de la obra, aparezcan en terrenos de propiedad del Estado o expropiados por él para dicha ejecución.".

Como consecuencia, el Contratista podrá utilizar gratuitamente dichos materiales si cumplen las especificaciones de este Pliego, pero sólo para la ejecución de las obras objeto del contrato y con la previa autorización de la Dirección de Obra.

2.3 Canteras y yacimientos

Es responsabilidad del Contratista la elección de canteras y yacimientos para la obtención de los materiales necesarios para la ejecución de las obras (todo uno, escolleras, rellenos, áridos para hormigones, arena, ...); sin embargo, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Es de total responsabilidad del Contratista la elección y explotación de canteras y yacimientos, tanto en lo relativo a la calidad de los materiales, como al volumen explotable de los mismos.
- En ningún caso se considerará que la cantera o explotación forma parte de la obra.
- El Contratista presentará a la Dirección de Obra, para su aprobación, el correspondiente plano de trazado de accesos y enlaces entre canteras, yacimientos y obra.
- El Contratista presentará, antes del comienzo de explotación de la cantera, la siguiente información:
    - Justificante de los permisos y autorizaciones que sean necesarios para proceder a la explotación de la cantera o yacimiento, tanto terrestre como marino, en su caso, y de los accesos a la obra. Es por cuenta del Contratista la obtención de estos permisos y autorizaciones, corriendo igualmente a su cargo la adquisición o la indemnización por ocupación temporal de los terrenos que fueran necesarias.
    - Plano topográfico o batimétrico indicando zona de explotación y resultado de los ensayos de calidad exigidos en este Pliego.
    - Plan completo de explotación de canteras y yacimientos

- Durante la explotación de la cantera, el Contratista se atendrá en todo momento a las normas acordadas con la Dirección de Obra.
- El Contratista estará obligado a eliminar los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera o yacimiento.
- Serán a costa del Contratista, sin que por ello pueda reclamar indemnización alguna, los daños que pueda ocasionar con motivo de la toma, extracción, preparación, transporte y depósito de los materiales. El Contratista se hará cargo de las señales y marcas que coloque, siendo responsable de su vigilancia y conservación.

2.4 Materiales para la formación de la cama granular de asiento de las tuberías

2.4.1 Normas del producto

No se recoge bajo ninguna norma específica el árido para su uso en el asiento de tuberías. Serán de aplicación el RD 1692/1992, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción y la Directiva 93/465/CE. Y en cuanto a las características del árido se tendrán en cuenta las Normas UNE-EN 933, UNE-EN 1097 y la UNE 7084.

2.4.2 Características y calidad de los materiales

El material que se utilizará para formar la cama de asiento de las tuberías estará formado por áridos naturales rodados y seleccionados, adecuados exentos de materia orgánica y de tamaño entre 4 y 12 mm, y su contenido en finos será inferior al 2 % en peso.

2.4.3 Espesor de la cama

El espesor de la cama de tuberías será de 10 cm para tuberías de diámetro nominal 250 mm e inferiores, de 15 cm para tuberías de diámetros nominales de 315 mm y de 20 cm para tuberías de diámetro nominal 400 mm y superiores.

2.4.4 Control de calidad

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme la Directiva 93/68/CE no será necesario controlar el árido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario la empresa ejecutora realizará, en laboratorio debidamente acreditado, sobre una muestra representativa del árido suministrado de cada zona de extracción, un control granulométrico que garantice el cumplimiento del presente pliego, mediante ensayo de laboratorio, marcado por la norma UNE-EN 933.

2.4.5 Manipulación y transporte

El material en obra se dejará en acopios. Los acopios que se formen deberán tener forma regular, con superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento, se cuidará evitar arrastres hacia el camino o las obras de desagüe y que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la explanación.

El material vertido en acopios no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno.

En su manipulación se evitará la contaminación del árido, no aceptando árido mezclado con ningún otro material.

2.5 Suelo seleccionado

Este material podrá ser similar al descrito en el apartado anterior, aunque una vez colocado deberá ser compactado.

El suelo seleccionado procederá de machaqueo de piedra de cantera y estará constituido por elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

El suelo seleccionado ha de cumplir:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO < 0,2%), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmax < 100 mm).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 < 15%) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
    - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (#2 < 80%)
    - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40 < 75%).
    - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento (# 0,080 < 25%).
    - Límite líquido menor de treinta (LL < 30), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez (IP < 30), según UNE 103103 y UNE 103104.

El índice C.B.R. que se considerará será superior a veinte (>20) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo. En cualquier caso, será el que corresponda a la densidad mínima exigida en obra.

2.6 Zahorras artificiales

Se define como zahorra artificial el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme constituido por partículas total o parcialmente trituradas. Se regirá por lo dispuesto en el artículo 510 del PG-3 (O.F. 2523/2014)

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

Para determinar la inalterabilidad del material granular se utilizarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- NLT-255/99 “Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua”
- NLT-260/99 “Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de los ciclos de humedad-sequedad”.
- NLT-251/91 “Determinación de la durabilidad al desmoronamiento de rocas blandas”
- NLT-158/94 “Estabilidad de los áridos frente a la acción de las soluciones de sulfato sódico o magnésico”

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 510.4 del PG-3.

2.7 Material de monitorización

2.7.1 Explanada

El plan de Monitorización de la Explanada contempla la instalación de, al menos, los siguientes elementos de medida:

- Sondeos de reconocimiento geotécnico: se tomarán muestras con un toma muestras Shelby. De no ser esto posible, se realizará a rotopercusión empleando el toma muestras de "inalteradas". Como último recurso, de no ser posibles los anteriores, se parafinarán muestras del testigo de perforación para su análisis en laboratorio.
    - Tras la recogida de muestras se realizarán ensayos SPT cada 3 m de profundidad.
- Placas de asiento
- Extensómetros

2.8 Emulsiones bituminosas

Cumplirá las especificaciones del artículo 214 del PG-3 correspondiente a Emulsiones bituminosas.

Se empleará una emulsión ECR-1 para riego de adherencia y ECI para riegos de imprimación. Las dosificaciones para cada una de ellas serán las siguientes:

- Riego de imprimación: 1 kg/m2
- Riego de adherencia: 1 kg/m2

2.9 Betunes asfálticos

Se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados sólidos o viscosos, preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o "cracking", que contienen una baja proporción de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características, y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono.

Los betunes asfálticos deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

Los betunes se identifican por una letra B seguida de dos números separados por barra inclinada o derecha que indica el valor mínimo y máximo de su penetración.

En todo lo que no figure en este Pliego será de aplicación lo especificado en el artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) vigente.

A la llegada a obra de cada partida se inspeccionará el estado de la cisterna y el Director de las Obras dará su conformidad o reparos para el almacenamiento y control de las características del material.

De la partida se tomarán dos (2) muestras, de al menos 2,5 Kg., con arreglo a la Norma NLT-121, conservando una (1) muestra preventiva hasta el final del período de garantía, y realizando sobre la otra la determinación de la penetración y punto de reblandecimiento (anillo y bola).

Los resultados de todos los ensayos deberán cumplir los límites prescritos para las características del material solicitado.

Una vez cada mes de obra, como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características reseñadas.

Para la capa de rodadura, al tratarse de una MBC BBTM 11 B, se escoge un ligante **PBM 45/80-60**. Por su parte, para las capas intermedia y base, se selecciona un ligante **35/50**.

La dotación mínima de ligante hidrocarbonado será 4,75% para capa de rodadura, 4,6% para capa intermedia y 4,5% para la capa base.

Para el pavimento de la explanada se escoge un 50/70 con una dosificación mínima de 4,5%.

2.10 Mezcla bituminosa caliente

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluidos el polvo mineral) y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto eventualmente el polvo mineral de aportación), y se pone en obra a temperatura muy superior a la ambiente.

Las mezclas bituminosas en caliente a emplear en el vial podrán ser las siguientes:

- M. bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B SURF.

El ligante bituminoso a emplear será un betún tipo PMB 45/80-60.

- M. bituminosa en caliente tipo AC 22 BIN D.

El ligante bituminoso a emplear será un betún tipo 35/50

- M. bituminosa en caliente tipo AC 32 base S.

El ligante bituminoso a emplear será un betún tipo 35/50.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación el equivalente de arena, (NLT-113/72), del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De cumplirse esta condición, su índice de azul metileno, (NLT-171/86), deberá ser inferior a uno (1).

CAPA TOLERANCIA

Pavimento calzada ± 0.10%

Base calzada ± 0.15%

En mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser inferior al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad máxima.

2.11 Marcas viales

Los materiales que componen las marcas viales difieren dependiendo que sean para la señalización de la obra, en cuyo caso es provisional, y la que se realice una vez concluida ésta, que es permanente.

Marcas viales utilizadas para la señalización de las obras.

Cumplirán la Norma UNE 135277-1EX Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Marcas viales prefabricadas. Precualificación.

Esta norma tiene por objeto definir las características que deben cumplir las marcas viales prefabricadas, tanto de empleo permanente como temporal, utilizadas en la señalización horizontal de carreteras, así como fijar los métodos de ensayo correspondientes para su precualificación.

Marcas viales prefabricadas eliminables.

Marca vial prefabricada que puede retirarse de la superficie de la calzada, una vez finalizado su periodo de utilización, bien sea intacta ó en grandes piezas, sin que se produzcan o aparezcan en el pavimento daños, deformaciones, grietas o marcas residuales permanentes. La eliminación, por su parte, se llevará a cabo sin la aplicación de calor ni de productos químicos (decapantes).

Son cintas suficientemente elásticas y multicomponentes, de aplicación en frío, cuyas propiedades no se alteran después de su aplicación, que permiten la apertura al tráfico rodado inmediatamente después de su instalación.

Características.

En el presente apartado se especifican las características que deben cumplir las marcas viales prefabricadas de empleo permanente como transversal, que se evaluará en el laboratorio del Equipo de Dirección de Obra, así como los correspondientes métodos de ensayo

Negro	X	0.385	0.300	0.260	0.345
	Y	0.355	0.270	0.310	0.395

La evaluación de la resistencia al deslizamiento de las cintas se llevará a cabo mediante lab determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento, según lo especificado en la norma UNE-EN 1436.

Marcas viales utilizadas para la señalización horizontal permanente.

El material a utilizar en las marcas viales para la señalización horizontal, para concluir las obras

objeto de este proyecto, será a base de plásticos en frío de dos componentes.

Se trata de materiales que se presentan en dos partes, una base, habitualmente del tipo metacrilato, y un endurecedor, que se mezclan o automáticamente, en las proporciones indicadas por el fabricante. El endurecimiento se realiza por reacción química y el tiempo empleado en ella, si bien depende en buena medida de la temperatura, no depende de la cantidad de material aplicado, pudiendo aplicarse espesores hasta de 3 mm (4 a 5 kg/m²). Por otra parte, los productos de dos componentes presentan una excelente resistencia a las dosificaciones utilizables, les confiere una durabilidad inigualable.

Debido a la inexistencia de disolventes, este tipo de productos no presentan ningún problema de sangrado sobre firmes bituminosos.

La naturaleza acrílica de este tipo de materiales, lo hace especialmente aconsejable, cuando, como es este caso, se requiere una alta resistencia de color a la intemperie.

La aplicación de este tipo de productos, al ser dos componentes, es más compleja de la habitual, y requiere una más alta tecnología, por lo que el Contratista pondrá especial cuidado en la capacidad de lEl proyecto europeo prEN 1436, especifica los siguientes valores para el color, factor de luminancia B, y en las Tabla 26: Clases de B para marcas viales secas (prEN 1436), Tabla 27: Espacios de color para pinturas blancas (prEN 1436) y Tabla 28: Clases de Qd para marcas viales secas (prEN 1436) se relacionan las clases y niveles mínimos exigibles a las marcas viales de acuerdo a la nueva normativa. os equipos de aplicación.

Resistencia al deslizamiento

La resistencia al deslizamiento de las marcas viales se da en unidades SRT (Skid Resistence Tester, con el péndulo de la Transport Research Laboratory) que al igual que en los valores de visibilidad se expresan en clases sobre las cuales el Director de la Obra seleccionará más apropiada desde un punto de vista realista.

La norma española UNE-EN 1436 especifica el péndulo como sistema de medida y el valor mínimo solicitado es Resistencia al deslizamiento: 45 SRT.

2.12 Áridos para morteros y hormigones

Se consideran como áridos, las arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Los áridos no deben ser activos frente al cemento, ni deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra.

Se preferirán los áridos de tipo silíceo (gravas y arenas de río o canteras) y los que provienen de machaqueo de rocas volcánicas (basalto, etc.) o de calizas sólidas y densas. Las rocas sedimentarias en general (calizas, dolomitas, etc.) y las volcánicas sueltas (pómez, toba, etc.) deben ser objeto de análisis previo. No se emplearán áridos que provengan de calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas friables ni porosas.

Los áridos que se empleen para la fabricación de morteros y hormigones, cumplirán las condiciones señaladas en los apartados 610.2 y 611.2.4 del PG-3 y en el CE.

Se verificarán antes de su utilización los ensayos indicados en el Artículo 30.3 de dicha Instrucción.

El Contratista informará a la Dirección de la Obra, cual es el acopio mínimo de dichos materiales que piensen establecer en la obra, a efectos de garantizar el suministro suficiente de dicho material.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse incontroladamente las distintas fracciones granulométricas.

A los efectos de este pliego, los áridos se clasifican en:

- Árido fino o arena, fracción del árido que pasa por un tamiz de 5 mm de luz malla (tamiz 5 UNE)
- Árido grueso o grava, fracción del árido que resulta retenido por un tamiz de 5 mm de luz malla (tamiz 5 UNE).

2.13 Agua

El agua que se emplee para la fabricación de morteros y hormigones, así como para el curado de los mismos, cumplirá las condiciones señaladas en el apartado 280 del PG-3 y en el artículo 29 del CE.

Antes de su empleo se comprobará lo que se indica en el artículo 56.4.5 de la citada Instrucción.

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización en los hormigones, las limitaciones relativas a las sustancias disueltas podrán hacerse aún más severas a juicio de la Dirección, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado agua calentada hasta una temperatura de cuarenta grados centígrados (40º C). Cuando, excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la antes indicada, se cuidará de que el cemento, durante el amasado no esté en contacto con ella mientras se temperatura sea superior a los cuarenta grados centígrados (40º C).

El agua a utilizar para la fabricación de elementos de hormigón que están en contacto con el agua o total o parcialmente sumergidos, no podrá contener más de dos gramos por litro (2 g/l) de materias en suspensión, ni más de dos gramos por litro (2 g/l) de sales disueltas.

En ningún caso se autorizará el empleo de agua de mar para el curado del hormigón.

2.14 Cemento

Para todos los hormigones y morteros definidos en los Planos, que no posean ninguna nota referente a características especiales requeridas para el hormigón, se utilizará como conglomerante hidráulico cementos comunes resistentes al agua de mar de los tipos MR, SR o SRC de CEM II ó III y de las clases 35, 35A, 45 ó 45A.

Podrán ser utilizados los cementos de otras clases o categorías siempre y cuando los resultados de los ensayos previos den las características exigidas para el hormigón y sean aprobados por la Dirección de la Obra. En cualquier caso, cumplirán las condiciones señaladas en el artículo 28 del CE y en el apartado 202 del PG-3.

Se utilizarán siempre cementos definidos en el RC-08 o en la UNE 80301. En ningún caso podrá ser variado el tipo, clase o categoría del cemento asignado a cada unidad de obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra. Antes de su empleo se comprobará lo que indica el artículo 56.4.1 del CE.

Asimismo, cumplirán los requisitos fijados en el "Código de la buena práctica para hormigón resistente a sulfatos" del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

El Contratista presentará a la Dirección de las Obras, para su aceptación, una propuesta de utilización para cada uno de los suministradores que vaya a emplear, donde figurará:

1) Suministrador
2) Tipo, clase y categoría del cemento
3) Análisis completos: físicos, mecánicos y químicos
4) Forma de suministro, transporte y almacenamiento

2.15 Aditivos para morteros y hormigones

Podrá emplearse cualquier tipo de aditivo si cumple las especificaciones señaladas en el artículo 31 del CE, apartados 281 a 285 del PG 3 y las condiciones siguientes:

- Autorización escrita de la Dirección de Obra, previa propuesta del tipo de aditivo, marca, porcentaje de mezcla y catálogo de utilización.
- Marca y tipo de aditivo deben ser de garantía, estar perfectamente envasados y que la práctica haya demostrado tanto su efectividad como la ausencia de defectos perjudiciales para el hormigón o las armaduras.
- Ensayos previos a la puesta en obra del hormigón, por cuenta del Contratista, realizando tres series de ensayos, con la proporción indicada en catálogo, con la mitad y con el doble.
- Antes de su empleo, se comprobará el artículo 56.4.4 del CE.

A la vista de los resultados la Dirección de Obra aceptará o no la utilización de un determinado aditivo.

2.16 Hormigones y morteros

Será de aplicación en su totalidad el CE.

Con anterioridad al empleo de cualquier tipo de hormigón, el Contratista deberá presentar a la dirección de Obra una propuesta de utilización de los diferentes hormigones que pretende utilizar, con indicación de la procedencia del cemento, así como las granulometrías, dosificación del conjunto y consistencia en función de su método de puesta en obra. El Contratista justificará debidamente su propuesta en base a los ensayos previos realizados, de acuerdo con el artículo 57 del CE.

Para cada uno de los hormigones aceptados en principio por la Dirección de Obra, el Contratista deberá presentar a ésta un programa de realización de los ensayos característicos del hormigón prescritos en el artículo 57 del CE (salvo que el hormigón sea “preparado” – según CE – y proceda de central que no pertenezca a las instalaciones propias de obra), con la antelación debida a fin de que la Dirección de Obra pueda asistir, si lo cree oportuno, a la ejecución de los ensayos. Previamente a la aceptación definitiva de los hormigones propuestos, el Contratista presentará un expediente completo con los resultados obtenidos en los ensayos característicos, los cuales deberán garantizar documentalmente que la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en obra no es inferior a la de proyecto.

En la composición del hormigón deberá cumplirse que el ión cloruro aportado por los componentes no excederá el límite:

- Obras de hormigón armado: 0,4 % del peso del cemento

Serán de aplicación las especificaciones sobre resistencias mínimas a conseguir en el hormigón, en función del tipo de exposición ambiental a la que vaya a estar sometido, incluidas en la tabla 43.3.1.b. del CE.

En función de su resistencia característica se establecen los siguientes tipos de hormigones:

Tipo	Resistencia característica	Control	Empleo previsto

	f_{ck} (kg/cm^2)		
HA-30	300	Intenso	Cimentaciones
HA-25	250	Intenso	Cimentaciones
HM-20	200	Normal	Aceras, arquetas, protecciones de tuberias, imbornales y señales

Cualquier otro elemento, no definido aquí, que hubiera de ser hormigonado, se ejecutará con el tipo de hormigón que designe la Dirección de Obra.

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos por el Contratista, pero respetando las limitaciones incluidas en el artículo 51 del CE. En dicha dosificación se tendrán en cuenta no sólo la resistencia mecánica y la consistencia que deban obtenerse, sino también el tipo de ambiente al que va a estar sometido el hormigón. Deberán satisfacerse, en cualquier caso, las condiciones exigidas en los artículos 33 y 43.3 del CE. Deberán cumplirse especialmente las especificaciones recogidas en la tabla 43.2.1.a, relativas a las limitaciones de los contenidos de agua y cemento en función de las clases de exposición ambiental a las que vaya a estar sometido el hormigón.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/ cemento.	Masa	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Armado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Contenido mínimo de cemento (kg/ m^3).	Masa	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

Para establecer la dosificación y control de resistencia se harán los ensayos según marcan los artículos 57 del CE y 550 del PG-3.

El control del hormigón se realizará según la Modalidad “Control al 100 por 100” indicado en el artículo 57.5.5 del CE.

Los morteros cumplirán lo establecido en el artículo 611 del PG-3.

La realización de los ensayos correspondientes a la determinación de las características prescritas podrá ser exigida en cualquier momento por la Dirección de Obra y serán éstos obligatoriamente llevados a cabo tal y como queda descrito o a petición de dicha Dirección. Siempre se exigirán del Contratista los correspondientes certificados oficiales, que garanticen el cumplimiento de las prescripciones establecidas en este artículo.

El Contratista será el único responsable ante la Dirección de Obra de los defectos de calidad o incumplimiento de las características de los materiales, aunque éstas estén garantizadas por certificados de calidad.

2.17 Hormigón de limpieza

El hormigón de limpieza tendrá por objeto la regularización del fondo de las excavaciones y la formación de una superficie adecuada para el apoyo de zapatas, encepados o losas de cimentación.

Será de consistencia plástica, con un contenido mínimo de cemento de 150 kg/m³, sin armadura, de resistencia característica no inferior a 10 MPa a 28 días, y con árido máximo de 20 mm.

No se admitirá su empleo como elemento estructural.

La extensión se realizará sobre el terreno debidamente compactado, con un espesor mínimo de 10 cm, dejando la superficie perfectamente nivelada y limpia antes del hormigonado de la cimentación.

El hormigón se fabricará con materiales que cumplan lo dispuesto en el Código Estructural, Parte II, Capítulo 27 “Materiales para hormigones no estructurales”, y la UNE-EN 206.

Antes de su colocación se retirarán los materiales sueltos y se garantizará que el terreno no se halle helado ni saturado de agua.

El curado se realizará mediante humectación o lámina plástica, durante al menos 48 horas.

2.18 Maderas en medios auxiliares, encofrados y cimbras

Las maderas a emplear en la obra que se utilicen en apeos, entibaciones, cimbras y demás medios auxiliares, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón
- Haber sido desecadas, por medios naturales o artificiales, durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso a que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exentas de grietas, hendiduras, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez. En particular contendrán el menor número posible de nudos que, en todo caso, tendrán un diámetro inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos de crecimiento regulares.
- Dar sonido claro por percusión.
- No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar. Se podrán emplear tableros contrachapados, etc., de diversos espesores, que serán propuestos por el Contratista

y que deberán ser aprobados por la Dirección, sin perjuicio de la responsabilidad del Contratista en cuanto a su idoneidad.

2.19 Acero para armaduras de hormigón

En los hormigones armados se emplearán **barras corrugadas de acero tipo B500 S**, de acuerdo con la designación establecida en el **Código Estructural**, con límite elástico característico de 500 MPa y alargamiento mínimo del 14 %.

Los aceros deberán cumplir lo dispuesto en la **UNE-EN 10080** y en la **UNE 36065**, y contarán con **marcado CE** y **certificado de conformidad** emitido por organismo acreditado.

Las armaduras se suministrarán en barras rectas o rollos debidamente identificados con etiqueta que indique fabricante, tipo de acero, diámetro, lote y referencia de trazabilidad.

Los empalmes y solapes se realizarán conforme a lo establecido en el artículo 67 del Código Estructural y en el proyecto de ejecución, garantizando longitudes mínimas de solape y el recubrimiento exigido por la clase de exposición del elemento.

El acero deberá estar **limpio, libre de óxido, grasa o pinturas** antes del hormigonado. Las armaduras que hayan estado expuestas a ambientes agresivos o a la acción de agua salina se limpiarán mediante **chorro de agua a presión o cepillado mecánico**, evitando la pérdida de sección efectiva.

Las **condiciones de doblado, enderezado y corte** se ajustarán a lo dispuesto en la **UNE-EN ISO 15630-1**. Los radios mínimos de doblado se establecerán en función del diámetro y del tipo de acero empleado.

El nivel de control de calidad se considerará normal y a los efectos se cumplirá lo especificado en los artículos 58 y 59 del CE.

El almacenamiento en obra se efectuará sobre **camas de madera o caballetes**, separando los distintos diámetros y calidades, evitando el contacto directo con el terreno y la exposición prolongada a la intemperie.

El **nivel de control de calidad** se considerará **normal**, conforme al Capítulo 58 del Código Estructural, realizándose al menos:

- **Ensayos de tracción y doblado** para cada 60 t de acero o fracción representativa.
- **Verificación documental de origen y trazabilidad** de cada suministro.
- **Control visual** de estado superficial, geometría y diámetros.

Las **armaduras soldadas o electrosoldadas** (mallazos, estribos o armaduras prefabricadas) cumplirán lo dispuesto en la **UNE-EN 10080** y en la **UNE 36092**, y se verificará la idoneidad del procedimiento de soldadura conforme al **anexo 71 del Código Estructural**.

2.20 Acero en perfiles laminados

El acero empleado en perfiles laminados será del tipo S 275 JR y S 235 JRC y cumplirá las prescripciones establecidas para este tipo de acero según la norma UNE-EN 10025-2.

El empleo, como material base de la estructura, de cualquier otro acero distinto a los nacionales expresamente mencionados, o a los europeos equivalentes deberá ser notificado y justificado.

El material a emplear se ajustará a las características siguientes:

- Límite elástico:
  - 275 MPa para espesor < 16 mm / 235 MPa para espesor < 16 mm
  - 265 MPa para espesor 16 < e < 40 mm / 225 MPa para espesor 16 mm < e < 40 mm
  - 255 kg/cm^2 para espesor 40 < e < 63 mm / 215 MPa para espesor 16 mm < e < 40 mm
- Módulo de elasticidad E: 2.100.000 kg/cm^2
- Resistencia a tracción R: 410-650 / 360-510 MPa
- Alargamiento mínimo: 20% / 25%

Todos los aceros deberán ser suministrados con certificados de calidad que acredite su composición química y sus características mecánicas y se comprobará que las marcas en las chapas y perfiles coinciden con los certificados de calidad.

Todo producto laminado llevará las siglas del proveedor / factoría siderúrgica, marcada a intervalos en relieve producido con los rodillos de laminación, o mediante troquel o pintura indeleble.

2.20.1 Recepción

Los ensayos de recepción que la Dirección de la Obra pueda encargar en cada partida recibida, para comprobar el cumplimiento de la garantía ofrecida por el proveedor, se realizarán dividiendo la partida en lotes y tomando las muestras de cada lote:

- Cada lote se compondrá de productos de la misma serie y clase. El peso de cada lote lo fijará la Dirección de la Obra pero no será inferior a veinticinco (25) toneladas.
- Las muestras para preparación de las probetas utilizadas en los ensayos mecánicos y análisis químicos, se tomarán de productos del lote sacados al azar.

Las muestras destinadas a la confección de las probetas para ensayos mecánicos estarán constituidas por muestras de longitud suficiente para permitir la ejecución de una serie de probetas previstas.

La muestra destinada al control del contenido en azufre y fósforo será obtenida sobre una sección entera, normal al sentido de laminación.

Las probetas de tracción y de doblado estarán constituidas por bandas sacadas del alma de la sección a emplear, simétricamente en relación al eje.

Estarán mecanizadas enteramente en frío, de sección rectangular y conservarán sus dos capas de laminado.

2.20.2 Ensayos

Si los resultados de todos los ensayos de recepción de un lote, cumple lo prescrito, el lote es aceptable.

Si algún resultado no cumple lo prescrito, habiéndose observado en el correspondiente ensayo alguna anormalidad no imputable al material, tal como defecto en la mecanización de la probeta, irregular funcionamiento de la máquina de ensayo, defectuoso montaje de la probeta en la máquina, etc., el ensayo se anula y se vuelve a realizar correctamente sobre una nueva probeta.

Si algún resultado no cumple lo prescrito, habiéndose efectuado el correspondiente ensayo correctamente, se realizarán dos (2) nuevos ensayos de comprobación sobre probetas tomadas de dos (2) unidades distintas del lote que se está ensayando. Si los resultados de los nuevos ensayos cumplen lo prescrito, el lote es aceptable, en caso contrario, es rechazable.

2.21 Acero galvanizado en perfiles y chapas

El acero galvanizado en perfiles y chapas lo será por doble capa por inmersión en caliente. La aplicación de la película de cinc tendrá una dosificación mínima de seiscientos diez gramos por metro cuadrado (610 gr/m2) en doble exposición.

Antes de efectuar el galvanizado habrá de conformarse el acero, a fin de no dañar el recubrimiento durante el proceso posterior.

El galvanizado será de primera calidad, libre de defectos como burbujas, rayas y puntos sin galvanizar. Su calidad será probada con arreglo a las normas UNE 1461 en cuanto a la dosificación de cinc y UNE 7183 en lo referente a la uniformidad del recubrimiento. No se producirá ningún desprendimiento del recubrimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en el MELC (método de ensayo del Laboratorio Central) 8.06 a "Métodos de ensayo del galvanizado".

2.22 Otros aceros

El acero redondo para pernos, tornillos, espárragos y remaches habrá de poderse plegar a noventa grados (90º) y enderezarse después sin señal de grietas. Su resistencia mínima a tracción será de cuatrocientos veinte Newtons por milímetro cuadrado (420 N/mm2) y su alargamiento mínimo será del veintiocho por ciento (28%).

2.23 Electrodos a emplear en soldadura eléctrica

Se utilizarán electrodos de calidad estructural apropiada a las condiciones de la unión y soldeo, con las características mínimas siguientes:

- Resistencia a la tracción del material depositado: 51 kgf/mm^2
- Alargamiento de rotura: 22%
- Resiliencia: 7 kg/mm^2

Los electrodos a emplear en la soldadura eléctrica de los perfiles laminados de acero deberán ajustarse a las características definidas en la norma UNE-EN-ISO 2560:2006. Su clasificación comercial deberá cumplir los requisitos de la Norma UNE 14003. Las formas y tamaños de los electrodos se regirán por la Norma UNE 14002. Cumplirá además las prescripciones establecidas en el artículo 624 del PG 3.

2.24 Pinturas especiales para metales

Las pinturas a emplear en elementos metálicos como escaleras de pates, etc., cumplirán lo establecido en el artículo 272 del PG 3.

Todos los elementos metálicos irán pintados con una capa de imprimación, compatible con el sistema de pintado propuesto por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra, de 60 µm de espesor de película seca y dos capas de alquitrán epoxy de 150 µm de espesor por capa en película seca.

Todas las pinturas a utilizar se entregarán en sus envases originales, precintados, sin muestra de deterioro y acompañados de los certificados de fábrica y las instrucciones de almacenamiento y aplicación.

Todas las pinturas serán del mismo fabricante, lo que garantizará la compatibilidad entre las distintas capas. Para su aplicación se seguirán las normas de las fichas técnicas del fabricante

2.25 Adoquín de hormigón microporoso

El adoquín de hormigón microporoso será de dimensiones 10x10x6 cm, con un peso aproximado de 1.3 Kg, tendrá una resistencia a la compresión mínima de 420 Kg/cm2, resistencia a la abrasión de 41 Mpa y una capacidad drenante de capacidad drenante de 2624 mm/h. La tolerancia de sus dimensiones será de + o – 3mm en su espesor y su acabado superficial será según los especificado por el Director de Obra. Cumplirán siempre la normativa específica.

2.26 Bordillos

Las piezas de bordillo se asentarán sobre un lecho de hormigón de 20 N/mm2, que tendrá una anchura igual a la del correspondiente bordillo más veinte centímetros (20 cm.), y un espesor de diez centímetros (10 cm).

Las tolerancias admisibles en línea de rasante serán de + 3 mm cuando se mida con regla de 3 m.

2.27 Ladrillos macizos

Se definen como ladrillos macizos los ladrillos prensados de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular en los que se permiten perforaciones paralelas a una arista, de volumen total no superior al diez por ciento (10 %) del total aparente; o rebajes en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos (2) centímetros de una soga y de los dos tizones, que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40%) de la total, y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

2.27.1 Condiciones generales

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta, y capaces de soportar sin desperfectos una presión de doscientos (200) kilogramos por centímetro cuadrado.
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas, que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

2.27.2 Forma y dimensiones

Los ladrillos macizos estarán perfectamente moldeados, y presentarán aristas vivas y caras planas, sin imperfecciones ni desconchados aparentes.

Sus dimensiones serán:

- veinticuatro (24) centímetros de soga.
- once centímetros y medio (11,50) de tizón.
- cuatro (4) centímetros de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o menos, de hasta cinco (5) milímetros en su soga, cuatro (4) milímetros en su tizón y solamente dos (2) milímetros en su grueso. Como desviación máxima de la línea recta se admitirá, en toda arista o diagonal superior a once centímetros y medio (11,5), la de tres (3) milímetros y de dos (2) milímetros en las inferiores.

2.27.3 Absorción de agua

Su capacidad absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14%) en peso, después de un (1) día de inmersión.

2.28 Ladrillos huecos

Cumplimentarán las especificaciones de los ladrillos macizos, excepto su resistencia característica mínima a compresión que será de cien (100) kilogramos por centímetro cuadrado, (según norma UNE-EN 772-1).

2.29 Resinas epoxi

Cumplirán lo establecido en el artículo 615 del PG-3.

Las propiedades físicas de las formulaciones epoxi endurecidas dependen del tipo de resina, agente endurecedor, modificadores de la formulación empleados, así como de la proporción en que entra cada uno de estos con la misma, y del grado de curado, debido a esto no es posible dar cifras exactas, sino límites entre los que oscilan ciertas propiedades:

- Resistencia a tracción: superior a 400 kg/cm^2
- Resistencia a compresión: superior a 1400 kg/cm^2
- Viscosidad de la formulación: variará desde 1.000 a 15.000 centiposes a 25° C
- Módulo de elasticidad: superior a 30.000 kg/cm^2
- Deformación de rotura: oscila del 2 al 5% en las formulaciones sin carga
- Coeficiente de dilatación térmica: oscila entre 2 y 5,8 x 10-5 cm/cm °C
- Conductividad térmica: suele oscilar entre 4 y 5 x 104 cal/cm seg °

Las resinas descritas pueden usarse, por tanto, como agentes estabilizadores y de reticulación, pudiendo reaccionar con una gran variedad de productos reactivos.

2.30 Tubos de PVC

Los tubos de P.V.C. tendrán las dimensiones especificadas en los Planos para cada elemento y cumplirán las prescripciones contenidas en la norma UNE-EN ISO-1452:2010.

Los materiales básicos que constituyen los tubos y las piezas especiales de PVC son los siguientes:

- Resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1% de impurezas)
- Aditivos, tales como lubrificantes, estabilizadores, colorantes o modificadores de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes, ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos, perjudicar el proceso de fabricación o perjudicar el encolado de las uniones en su caso, así como afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, especialmente a la resistencia a largo plazo y al impacto.
- En general, en la fabricación de los tubos no se debe utilizar material reprocesado, excepto cuando éste provenga del propio proceso de fabricación o de los ensayos que se realicen en fábrica, siempre que los mismos hayan sido satisfactorios. A este respecto, debe cumplirse, en cualquier caso, lo especificado en el Anexo A de la norma UNE-EN 1401-1: 2009

La materia prima, además, debe cumplir con las siguientes características:

- Densidad: Densidad: 1,35 a 1,46 (~1,40) g/cm^3

- Módulo de elasticidad a corto plazo, E0: 3000 N/mm^2
- Módulo de elasticidad a largo plazo, E50: 1750 N/mm^2
- Límite elástico mínimo, Le, mín: 42 N/mm^2
- Límite de rotura: 50 N/mm^2 (aproximado)
- Dureza Shore D a 20 ºC: 70 a 85
- Coeficiente de Poisson, v: 0,35
- En redes de saneamiento y drenaje tendrán una rigidez nominal SN 8, de 8 kN/mm2
- Temperatura de reblandecimiento Vicat: 74 a 80 ºC
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,8 x 10-4 m/m ºC-1
- Conductividad térmica: 0,15 a 0,18 kcal/mh ºC
- Calor específico: 0,20 a 0,28 cal/g ºC
- Rigidez dieléctrica: 20 a 40 kV/mm
- Constante dieléctrica: 3,2 a 3,6 (a 60 Hz)
- Resistividad transversal a 20 ºC > 1016 ohm/cm

Los tubos deben cumplir con las características expuestas a continuación:

- Temperatura de reblandecimiento Vicat > 80 ºC
- Estabilidad dimensional: 5 %
- Color: Gris claro o marrón-naranja
- Resistencia al impacto < 10 %
- Contenido en VCM < 1 ppm
- Sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal
- Exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color.

Se rechazarán las piezas que presenten defectos o hayan sufrido roturas durante el transporte.

Los tubos deberán llevar marcado como mínimo, de forma legible e indeleble, los siguientes datos:

- Número de la Norma: UNE-EN ISO-1452:2010.
- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año)
- Material: “PVC-U”.
- Diámetro exterior nominal, DN
- Rigidez nominal
- Espesor de pared, e.
- Presión nominal.
- Marca de calidad de producto en su caso
- Información del fabricante que permita identificar el lote al que pertenece el tubo.

Estas indicaciones deben realizarse en intervalos no mayores de 1 m. El marcado puede realizarse bien por impresión, proyección o conformado directamente en el tubo de forma que no pueda ser origen de grietas u otros fallos.

Los ensayos a realizarse son los siguientes:

- Ensayo visual del aspecto general de los tubos y comprobación de dimensiones y espesores.
- Ensayo de estanqueidad de los tubos.
- Ensayo de resistencia a corto y largo plazo
- Ensayo de resistencia al impacto.
- Ensayo de flexión transversal

2.30.1 Estructura de la red

La barrera interna estará formada por una capa anticorrosiva interior de estructura y composición adecuada para hacerla resistente a productos químicos agresivos con temperatura y componentes claros de abrasión.

No contendrá cargas ni pigmentos o colorantes que dificulten la inspección visual del laminado y disminuyan la resistencia anticorrosiva de la misma.

Sólo se incorporarán los aditivos que mejoran las características resistentes de la tubería frente a la aplicación prevista.

La capa interna tendrá una dureza Barcol mínima del 90 % del valor de la resina empleada, cuando se ensaye según la norma ASTM D 2583.

La superficie de la capa interna no tendrá defectos, fisuración, etc., según se indica en el Nivel I de la norma ASTM D 2563.

La capa estructural por su parte, estará formada por capas sucesivas de hilos roving (fibras continuas de vidrio), saturado con resina.

Finalmente, la superficie externa tendrá el acabado apropiado al uso al que se dedique:

- Tuberías enterradas

Protección exterior a base de un Top Coat de resina del mismo tipo que la empleada en la capa estructural.

- Tuberías intemperie

Acabado exterior de la tubería con un velo de vidrio tipo "C" o sintético, saturado con resina del mismo tipo que la capa estructural y protección externa a base de un Top Coat de resina del mismo tipo que la anterior.

2.30.2 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas a 23o C son:

Propiedad	e = 5 mm	e = 6,5 mm	e = 8 mm	e ≥ 9,5 mm
Tensión rotura tracción (ASTM D 638)	633 Kg/cm^2	844 Kg/cm^2	949 Kg/cm^2	1055 Kg/cm^2
Tensión rotura flexión (ASTM D 790)	1125 Kg/cm^2	1336 Kg/cm^2	1406 Kg/cm^2	1547 Kg/cm^2
Módulo elástico flexión (ASTM D 790)	49216 Kg/cm^2	56247 Kg/cm^2	63277 Kg/cm^2	70308 Kg/cm^2
Tensión rotura compresión (ASTM D 695)	1266 Kg/cm^2	1406 Kg/cm^2	1476 Kg/cm^2	1546 Kg/cm^2
Coeficiente de Poisson	0,33			

El peso específico según ASTM D 792 a 23º C estará comprendido entre 1,3 y 1,55 gr/cm³. La resistencia al impacto estará comprendida entre 45 y 60 Kg/m; mientras que, la dureza Barcol según ASTM D 2583 estará comprendida entre 30 y 45. El coeficiente de dilatación térmica, según ASTM D 696, será de 2,7 x 10^{-6}ºC^{-1}.

Los valores mínimos de la resistencia a tracción longitudinal y circunferencial (σ_l y σ_c) se indican en las siguientes tablas.

Resistencia mínima a tracción longitudinal

Los valores de σ_l están dados en N/mm de circunferencia.

DN mm	Tuberías con unión flexible sin resistencia axial						Tuberías con unión Con resistencia axial					
	Presión nominal N (Kg/cm^2)						Presión nominal N (Kg/cm)					
	6	10	12.5	16	20	25	6	10	12.5	16	20	25
200	95	110	115	120	130	140	120	200	250	320	400	500
250	105	125	130	135	150	165	150	250	312.5	400	500	625
300	115	140	150	150	170	190	180	300	375	480	600	750
350	120	150	160	170	190	215	210	350	437.5	560	700	875
400	130	160	170	185	210	240	240	400	500	640	800	1000
450	140	175	185	200	230	265	270	450	562.5	720	900	1125
500	150	190	200	220	250	290	300	500	625	800	1000	1250
600	165	220	230	255	290	345	360	600	750	960	1200	1500
700	180	250	260	290	330	395	420	700	875	1120	1400	1750
800	200	280	290	325	375	450	480	800	1000	1280	1600	2000
900	215	310	320	355	420	505	540	900	1125	1440	1800	2250
1000	230	340	350	390	460	555	600	1000	1250	1600	2000	2500
1200	260	380	400	460	545		720	1200	1500	1920	2400	
1400	290	420	450	530	630		840	1400	1750	2240	2800	
1600	320	460	500	600	715		960	1600	2000	2560	3200	
1800	350	500	550	670			1080	1800	2250	2880		

	Tuberías con unión flexible sin resistencia axial						Tuberías con unión Con resistencia axial					
DN mm	Presión nominal N (Kg/cm^2)						Presión nominal N (Kg/cm)					
	6	10	12.5	16	20	25	6	10	12.5	16	20	25
2000	380	540	610	740			1200	2000	2500	3200		

Resistencia mínima a tracción circunferencial

Los valores de σ_c están dados en N/mm de longitud

DN mm	Presión nominal N (Kg/cm^2)					
	6	10	12.5	16	20	25
200	240	400	500	640	800	1000
250	300	500	625	800	1000	1250
300	360	600	750	960	1200	1500
350	420	700	875	1120	1400	1750
400	480	800	1000	1280	1600	2000
450	540	900	1125	1440	1800	2250
500	600	1000	1250	1600	2000	2500
600	720	1200	1500	1920	2400	3000
700	840	1400	1750	2240	2800	3500
800	960	1600	2000	2560	3200	4000
900	1080	1800	2250	2880	3600	4500
1000	1200	2000	2500	3200	4000	5000
1200	1440	2400	3000	3840	4800	
1400	1680	2800	3500	4480	5600	
1600	1920	3200	4000	5120	6400	
1800	2160	3600	4500	5760		
2000	2400	4000	5000	6400		

2.30.3 Características del sistema de tuberías

El sistema de unión podrá ser laminada o embridada.

En el primero de los casos, la unión se realiza por soldadura a testa de las tuberías o accesorios y posterior recubrimiento por cubrejuntas sobrelaminado compuesto por bandas de refuerzo de fibra de vidrio impregnadas de la misma resina empleada en la fabricación de tuberías y accesorios.

Las uniones embridadas se realizan mediante bridas fijas o valonas y bridas locas soldadas con unión laminada a la tubería o accesorios.

2.30.4 Control de calidad

Las tuberías estarán sometidas a un Programa para el control de la calidad basado en la inspección de materias primas y el producto acabado.

La inspección del producto acabado debe incluir:

- Inspección visual

Realizado sobre el 100 % de las tuberías y accesorios fabricados con los siguientes criterios mínimos de aceptación:

- Barrera interior: Nivel I norma ASTM D 2563.
- Resto de tubería: Nivel II de dicha norma salvo las siguientes excepciones.
- Grietas superficiales: Nivel III sin fibras de vidrio aparentes.
- Burbujas de aire: 2 mm de diámetro máximo y 2 burbujas por pulgada cuadrada.
- Protuberancias: Nivel 3 pero, con una profundidad inferior al 10 % del espesor de pared.

- Control dimensional

De acuerdo con ASTM D 3567 se realizará sobre el 100 % del fabricado.

Los diámetros interiores y espesores de las tuberías serán los indicados en el presente proyecto. En ningún caso se aceptarán espesores de la pared inferiores al nominal ni tolerancias en longitud que excedan de ± 50 mm.

- Control del grado de polimerización

Será realizado sobre el 100 % de las tuberías y accesorios mediante: el control de la dureza Barcol mediante el durómetro Barcol definido por ASTM D 2583, siendo la dureza de la capa interna al menos del 90 % de la de la resina empleada; además se someterán al test acetona realizado sobre la superficie de la capa interna y externa de la tubería y que deberá ser negativo cuando se ensaye de acuerdo con PRO T 1025.

2.30.5 Acabado

Las tuberías no tendrán: entallas, delaminaciones, inclusiones extrañas o superficies no impregnadas que por su naturaleza, grado o extensión puedan reducir la resistencia o capacidad de servicio de la tubería.

El color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas de las tuberías y accesorios se mantendrán lo más uniformemente posible.

Los extremos del tubo no tendrán bordes agudos, estando cortados perpendicularmente al eje.

Todas las partes mecanizadas de las tuberías se suministrarán protegidos por una capa de top coat.

2.31 Tubería de hormigón armado

2.31.1 Normas del producto

Las especificaciones técnicas de los sistemas de canalizaciones de hormigón en masa y armado se adecuarán a lo recogido en la Norma Experimental UNE 1916:2008, “Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero”.

2.31.2 características y calidad de los materiales

Los tubos deberán estar fabricados con hormigón compacto y homogéneo, y estar conforme a lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural, tanto en las características de los materiales que lo conforman (cemento, agua, arena, áridos y posibles aditivos) como en su composición:

- Relación agua: cemento < 0,45
- Contenido de cemento: > 280 kg/m3.
- Contenido en ión cloro: determindo por cálculo y expresado en porcentaje decemento, no podrá superar los valores de la tablanº 4 de la norma UNE-EN 1916:2008.
- Absorción de agua del hormigón: <= 6 % de la masa, ensayada conforme la norma UNE-EN 1916:2008, apartado 6.7.

Además, el cemento cumplirá con los requisitos establecidos en la Norma UNE 80 301 cuando se empleen cementos con características especiales.

En cuanto a la armadura, este tipo de tubo cumplirá igualmente lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural.

El tubo de sección circular vendrá definido por su diámetro interior, debiendo suministrar el fabricante además los espesores de pared y la longitud del tubo.

Los diámetros y sus tolerancias deberán cumplir lo detallado en la siguiente tabla:

DN	Di (mm)	Tolerancias (mm)	
		DN	Ortogonalidad de extremos[1)]
200	200	±5	10
250	250	±5	10
300	300	±5	10
400	400	±5	10
500	500	±6	10
600	600	±6	12
800	800	±7	16
1000	1 000	±8	20
1200	1 200	±9	20
1400	1 400	±10	20
1500	1 500	±11	20
1600	1 600	±11	20
1800	1 800	±12	20
2000	2 000	±13	20
2500	2 500	±15	20

Los espesores de pared mínimos recomendados para los tubos son los que se indican a continuación:

DN	Espesor
150	22
200	29
250	32
300	50
400	59
500	67
600	75
800	92
1000	109
1200	125
1400	142
1500	150
1600	159

Las medidas del diámetro exterior medio deben realizarse utilizando un circómetro en el que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,1 mm.

La longitud útil de los tubos no deberá ser superior a 6 veces el diámetro exterior para tubos de diámetro nominal. La longitud mínima para tubos de hormigón armado será de 2 m. La tolerancia permitida será de ±2050 mm y ningún valor individual, obtenido de la medición estará fuera de los límites especificados. La longitud a medir es la longitud del cilindro interior (fondo del extremo de la hembra y

el borde más saliente del extremo macho) y se tomará la media de tres medidas equidistantes entre sí realizadas en los extremos interiores del tubo.

Juntas de estanqueidad

Las juntas empleadas en las uniones de los tubos cumplirán con la norma UNE-EN 681-

1:96/A1/A2/A3: 2006

Acero

Cumplirá lo especificado para acero en redondos para armaduras en el presente pliego. El porcentaje mínimo de armadura relativo a la sección longitudinal del fuste será del 0,25% para los aceros corrugados y del 0,4% para los aceros lisos.

El recubrimiento mínimo de las armaduras cumplirá las condiciones de uso definidas en el apartado 4.3.8 de la norma UNE-EN 1916:2008.

Uniones

La unión será del tipo enchufe campana con junta de goma que irá alojada convenientemente en el escalón premoldeado del macho del tubo. Las tolerancias dimensionales de la zona de compresión de la junta estarán definidas en la documentación técnica y garantizarán una correcta conexión estanca.

La desviación angular, medida en mm/m, entre los ejes de dos tubos y/o accesorios conectados entre sí, no podrá superar los valores detallados en la norma.

2.31.3 Características mecánicas

Resistencia al aplastamiento:

Los tubos de hormigón armado resistirán como mínimo una carga de 0,67 veces la carga mínima del ensayo de aplastamiento, realizando el ensayo conforme la norma UNE-EN 1916:2008 y sin que aparezcan en las zonas de tensión del hormigón, fisuras estabilizadas de más de 0,3 mm sobre una longitud continúa de 300 mm o más.

Resistencia a la flexión longitudinal:

Deberá ser conforme con lo especificado en los apartados correspondientes de la norma

UNE-EN 1916:2008.

Estanqueidad:

La estanqueidad frente al agua de los elementos individuales y de las uniones cumplirá los

apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1916:2008.

2.31.4 Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1916:2003 no será necesario realizar un control de calidad de los tubos, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente y realizará el siguiente control de calidad conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 1916:2003.

2.31.5 Identificación y marcado

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial

- Tipo de tubo que se trata: las siglas SAN, que indican que se trata de un tubo de saneamiento; HM para tubos de hormigón en masa y HA para tubos de hormigón armado.
- Diámetro Nominal (DN), en mm
- Fecha de fabricación (año, mes y día)
- Presión máxima de diseño o clase resistente (C-90, C-135 ó C-180)
- Referencia a la norma UNE-EN que sea de aplicación.

2.31.6 Embalaje, manipulación y transporte

La manipulación y acopio de los tubos debe efectuarse de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el 35% de la resistencia característica del hormigón en ese momento, ni el 50% de la tensión máxima prevista en servicio.

Los tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o frío intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos. Las gomas y los elementos plásticos se protegerán de la luz.

Los acopios en el fondo de la zanja sólo deberán realizarse cuando la estabilidad de la excavación sea elevada y el tiempo transcurrido hasta la instalación sea inferior a 24 horas. En ningún caso el transporte a obra debe iniciarse hasta que no haya finalizado el periodo de curado.

La manipulación, acopio y transporte de los tubos en el interior de la obra se habrá estudiado previamente de modo que la tubería no sufra daños y las operaciones sean lo más fáciles y rápidas posible.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, es preciso colocarlos en sentido decreciente de los diámetros a partir del fondo, no debiendo admitir cargas adicionales sobre los tubos que puedan

producir deformaciones excesivas en los mismos y garantizando la inmovilidad de los tubos. Apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

Cuando la descarga se realice por medios mecánicos, estarán protegidos con goma los elementos de suspensión que vayan a estar en contacto con la tubería. El empleo de cables requerirá, asimismo, el uso de una protección que impida también el contacto directo con la tubería. Especialmente se recomienda el empleo de eslingas de cinta ancha, resistentes, recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas.

La maquinaria a utilizar será la apropiada, respetándose las limitaciones suministradas por el fabricante en cuanto a la carga admisible según el desplazamiento de la carga, pendiente máxima de trabajo, condiciones más adversas de trabajo, etc., recomendando el uso de grúas y en aquellos casos que se justifique podrían utilizarse retroexcavadoras de cadenas siempre que estén dotadas de ganchos homologados y de todos los elementos de seguridad (pestillos, cazo con sistema de bloqueo de descenso, etc.

En todo momento se utilizará accesorios que cumplan la norma en cuanto al acople de las eslingas con la maquinaria.

Se prohíbe la suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento.

Se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para que el personal no corra riesgo de accidentarse, siendo de aplicación lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El tubo no sobresaldrá en ningún caso más de 0,5 m del camión que realiza el transporte.

2.32 Tubería de polietileno

2.32.1 Normas del producto

Los tubos y accesorios realizados en PE cumplirán las prescripciones recogidas en la norma UNE-EN 12201 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE)” o UNE-EN 13244 “Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general y saneamiento a presión. Polietileno (PE)” en sus últimas ediciones en vigor respectivamente, elaboradas ambas normas por el Comité Técnico (TC) 155 del Centro Europeo de Normalización (CEN) y traspuestas como normas UNE por el Comité Técnico de Normalización (CTN) 53 de AENOR, como también cumplirán con la normativa UNE-EN 805 “Abastecimiento de agua.

2.32.2 Caracteristicas mecánicas

De las características mecánicas de la materia prima y de los propios tubos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En UNE EN 12201 los valores mínimos previstos para el MRS son 4; 6,3; 8 y 10 N/mm2, mientras que en UNE EN 13224 sólo se contemplan los valores de 6,3; 8 y 10 N/mm2.En cualquier caso, resultan diferentes PE con las denominaciones que se indican en la siguiente tabla.

	PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
LCL (N/mm^2)	4,00 a 4,99	6,30 a 7,99	8,00 a 9,99	10,00 a 11,19
MRS (N/mm^2)	4	6,3	8	10
C	σ_s (N/mm^2)			
1,25	3,2	5,0	6,3	8,0
1,60	2,5	4,0	5,0	6,3
2,00	2,0	3,2	4,0	5,0
2,50	1,6	2,5	3,2	4,0
3,20	1,2	2,0	2,5	3,2

- El coeficiente de seguridad C recomendado en UNE EN 12201 o en UNE EN 13224 es 1,25, si bien dicha norma prevé la posibilidad de utilizar valores mayores, como los indicados en la tabla anterior.
- La tensión de diseño (σ_s = MRS/C) adoptará los valores de la tabla anterior según sea el tipo de PE y el C adoptado.
- El módulo de elasticidad a corto plazo, Eo es de 1.000 N/mm2 y a largo plazo, E50 de 150 N/mm²
- La resistencia a flexotracción a corto o largo plazo es, respectivamente 30 ó 14,4 N/mm².
- La relación entre PN, SR, S y C para los distintos tipos de PE se muestran en la siguiente tabla.
- No se presentará fallo a la resistencia hidrostática a 80 ºC conforme la norma UNE-EN ISO 113:2006.
- Presentarán un tiempo de inducción a la oxidación <= a 20 min, según la norma UNEEN 728:97.
- Se presentará un alargamiento a la rotura >= 350 %, conforme la norma UNE-EN ISO 6259-1:2002.

C en función del tipo de PE				σ_s	PN en función del parámetro SDR									
PE40	PE63	PE80	PE100		SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 21	SDR 17,6	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
3,20				1,2	0,60							2,50	3,20	4,00
2,50				1,6	0,80						2,50	3,20	4,00	5,00
2,00	3,20			2,0	1,00				2,50	2,50	3,20	4,00	5,00	
1,60	2,50	3,20		2,5	1,25			2,50	3,20	3,50	4,00	5,00		8,00
1,25	2,00	2,50	3,20	3,2	1,60		2,50	3,20	4,00	4,00	5,00		8,00	10,00
	1,60	2,00	2,50	4,0	2,00	2,50	3,20	4,00	5,00	5,00		8,00	10,00	12,50
	1,25	1,60	2,00	5,0	2,50	3,20	4,00	5,00	6,00		8,00	10,00	12,50	16,40
		1,25	1,60	6,3	3,20	4,44	5,00			8,00	10,00	12,50	16,00	20,00
			1,25	8,0	4,00	5,00			8,00	10,00	12,50	16,00	20,00	25,00

Las calidades del polietileno que se oferte deben ser de igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	ISO 13953:2001
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479:98
Resistencia a la intemperie: -Tiempo de inducción a la oxidación -Alargamiento en la rotura -Resistencia hidrostática a 80ºC	 >= 20 minutos >= 350% Sin fallo	 UNE-EN 728:97 UNE-EN ISO 6259-1:2002 UNE-EN ISO 1167-1-2:2006
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	Parada	ISO 13477:97

2.32.3 Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 12201- 2:2003 o la UNE EN 13224 y aporte Certificado de Calidad del Polietileno conforme la norma UNE-EN 12201-1:2003 o la UNE EN 13224, no será necesario realizar un control de calidad de los tubos de PE. En caso contrario el fabricante poseerá Certificado de Calidad ISO 9001, aportará las probetas necesarias para que la empresa ejecutora realice los controles oportunos para el cumplimiento del presente pliego.

El control de calidad se llevará a cabo según lo descrito en la norma UNE 53331:1997 IN. El certificado de producto será obligatorio y se adjuntará a los controles de calidad que sean obligatorias para la obtención de dicho certificado.

Se examinarán visualmente sin aumentos las superficies interna y externa de los tubos, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los extremos de los tubos estarán cortados limpia y perpendicularmente al eje del tubo.

2.33 Tuberías de cobre

Los tubos fabricados con este material se regirán por las especificaciones de la norma UNE-EN 1057. El material utilizado será cobre estirado sin soldadura y desoxidado con fósforo. La fractura ha de ser de grano fino y color rosado.

Los tubos deberán ser estancos a una presión mínima de 10 atm y presentar una sección circular de espesor uniforme y sin defectos como rebabas o abolladuras. Las superficies exterior e interior serán lisas y estarán exentas de rayas, manchas, sopladuras, escorias, picaduras o pliegues.

2.34 Válvulas y piezas especiales

Estas piezas se probarán con una presión igual al doble de la de trabajo. Los modelos de dichos elementos se someterán a la aprobación del Director de la obra, debiendo tener además un acabado perfecto.

2.35 Tapas de arquetas y pozos

La chapa laminada estriada utilizada para tapar las arquetas, deberán ser de acero ST-37, y tendrá el espesor indicado en los planos y como mínimo será de 6 mm.

Se les dotará de dos manos de pintura de minio de plomo, y una posterior de pintura al aceite, cuyo color deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las Obras.

La tapa a usar en pozos de registro será de fundición dúctil, tendrá el espesor indicado en los planos y como mínimo será de 100 mm, debiendo cumplir la norma UNE-EN 124.

2.36 Tapas de fundición y rejillas

2.36.1 Características técnicas

Los dispositivos de cubrición y de cierre deben estar exentos de defectos susceptibles de comprometer el uso de los mismos. Cuando se utiliza un metal en combinación con hormigón u otro material ha de obtenerse entre ellos una adherencia satisfactoria. Las superficies superiores en fundición de los dispositivos de cierre deberán llevar un dibujo, haciendo estas superficies no deslizantes y libres de agua de escorrentía.

Es necesario tener previsto un medio para asegurar el desbloqueo efectivo de las tapas antes de su levantamiento y la seguridad de éste. La fabricación de los distintos dispositivos de cubrición y de cierre debe ser de tal forma que se asegure la compatibilidad de sus asientos. En particular para las clases D400 a F900, el estado de los asientos debe ser tal, que la estabilidad y la ausencia de ruido estén aseguradas. Estas condiciones podrán conseguirse por cualquier medio apropiado, por ejemplo mecanización, soportes elásticos, asientos trípodes, etc.

Estarán formadas por fundición de grafito esferoidal clase F900 según la norma ISO 1083 (2018), conforme a la clase UNE-EN 124-2, para 90 Tn de carga de roturar. Para lugares de tránsito reducido o escaso, podrá reducirse esta carga, a criterio de la Dirección de Obra.

Rejillas

Las dimensiones de los intervalos entre barrotes deben ser determinadas en función de la capacidad de desagüe de la rejilla. Los intervalos de las rejillas de clases A15 y B125 deben tener las dimensiones dadas en la siguiente tabla:

Anchura	Longitud
De 8 a 18	Sin limite
>18 a 25	170

Las dimensiones de los intervalos de las rejillas de clases C250 a F900 dependen de la orientación del eje longitudinal de estos intervalos en relación con la dirección del tráfico.

	Anchura	**Longitud**
De 0º a 45º	32	170
De 45º a 135º	20 a 42	Sin limite
*Clase C250: 16 a 42		

La superficie superior de las rejillas de las clases D400 a F900 deberá ser plana.

2.36.2 Control de recepción

La fabricación, la calidad y los ensayos de los materiales designados más abajo deben estar conformes con las Normas ISO siguientes:

- Fundición de grafito laminar ISO/R185-1961. Clasificación de la fundición gris.
- Fundición de grafito esferoidal ISO/1083-1976. Fundición de grafito esferoidal o de grafito nodular.

Todas las tapas, rejillas y marcos deben llevar un marcado claro y duradero, indicando:

- La clase correspondiente (por ejemplo D400) o las clases correspondientes para los marcos que utilicen varias clases (por ejemplo D400-600).
- El nombre y/o las siglas del fabricante. Eventualmente la referencia a una marca o certificación.

En la medida de lo posible, los indicativos deben ser visibles después de la instalación de los dispositivos. La Dirección de Obra podrá exigir, en todo momento, los resultados de todos los ensayos que estime oportunos para garantizar la calidad del material con objeto de proceder a su recepción o rechazo.

2.37 Equipos y aparatos para las instalaciones eléctricas

2.37.1 Generalidades

Todo el material eléctrico de que se haga uso será completamente nuevo, de primera calidad y a prueba de humedad.

Los equipos que se rechacen o que resulten dañados al ser sometidos a pruebas o al instalarse, serán sustituidos por otros en perfecto estado o reparados en forma que apruebe la Dirección de Obra.

Salvo indicación expresa en contra, los materiales que hayan de suministrarse serán productos normalizados de fabricantes usualmente dedicados a la producción de estos materiales o equipos y deberán ser del tipo normal más moderno del fabricante.

Cuando se necesiten dos o más unidades de la misma clase de equipo, serán productos de un mismo fabricante, no admitiéndose unidades de origen distinto que no sean totalmente intercambiables entre sí.

Los colores y tipos de pintura de los aparatos serán fijados por la Dirección de Obra a la que se presentarán muestras por anticipado para su aprobación.

2.38 Alumbrado

2.38.1 Conductores

Los cables a utilizar deberán tener las siguientes características:

Sección mínima en los conductores de los cables será de 6mm^2

En la distribución trifásica tetrapolar, para conductores de fase de sección superior a 6mm^2, la sección del neutro es conforme a la ITC BT 07.

Tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV.

Conductor:

Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228
T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito.
Aislamiento
Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1
Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1
Cubierta interior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.
Armadura
Fleje de acero
Cubierta exterior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

2.38.2 Tubos para canalizaciones

Serán del tipo liso o corrugados construidos con cloruro de polivinilo o polietileno de 4 atm,, pudiendo soportar sin sufrir deformación alguna temperaturas de hasta 60ºC.

Los tubos serán de Ø75mm , y cumplirán la UNE-EN 50.086-2-4 deberán estar hormigonados.

Los tubos irán enterrados a una cota no inferior a 40cm del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo bajo aceras y de 65cm en los demás casos. Se colocará una cinta de señalización situada a una distancia mínima del suelo de 10cm y a 25cm por encima del tubo.

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias y a una altura no inferior de 30cm del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

2.38.3 Báculos, Soportes de luminarias

Todos los soportes deberán disponer de un certificado por topógrafo acreditado en relación al emplazamiento geolocalizado de la instalación en base a la protección cartográfica ETRS 1989 Zona 31-Norte.

También habrá columnas, modelo indicado en los planos.

Los soportes deberán tener una puerta o trampilla que solo se puede abrir con útiles especiales y dispone de un borne de tierra metálica.

La puerta o trampilla tendrá un grado de protección IP44 (según UNE 23.324) e IK 10 (según UNE EN 50.102).

Los conductores son de cobre, de sección mínima de 2.5mm^2 y de tensión 0.6/1 kV.

En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tienen una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro.

Para las conexiones de los conductores de red con los del soporte se utilizan elementos de derivación apropiados en número y tipo así como elementos de protección para el punto de luz.

Los soportes y las luminarias deberán llevar el marcado CE, conforme a la normativa vigente.

2.38.4 Luminarias y lámparas

Todos los productos deberán estar sometidos al marcado CE.

El hermeticidad del sistema ópitco será IP-65 ó IP 66.

El diseño de la luminaria permitrá la reposición del sistema óptico y el dispositivo de control electrónico de manera independiente.

La luminaria cumple las siguientes características:

	Para Vias tipo A, B, C, D y E
Sistema óptico	Cerrado
Fotometría	Prefrentemente regulable
Hermeticidad	Mínimo IP 65

Cierre	Preferentemente Vidiro
Temperatura de color correlacionada en Kelvin	3000 K
Índice de reproducción cromática	Mínimo Ra70
Protección contra sobreintensidades permanentes o transitorias	Integrado en el equipo de control de la luminaria
Placa de led	Preferentemente intercambiable in situ
Dispositivo de control	Preferentemente intercambiable in situ
Sistema de disipación de calor	No debe requerir un incremento en las labores de conservación y limpieza de la luminaria

Cada punto de liz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0.90.

Cada punto de luz está protegido contra sobreintensidad (interruptor automático o fusible).

2.38.5 Control

CITIDIM de ARELSA o similar y en cada uno de los cuadros un CITILUX de ARELSA o similar.

El alumbrado funcionará por reloj horario, y se dispondrán diferentes niveles de iluminación según la franja horaria en la que se encuentre.

Características de los elementos:

CITIDIM de ARELSA o similar

Se trata de un sistema de regulación programable por telegestión que programa hasta 10 niveles de regulación en reactancias y drivers LED.

Almacena hasta 30 curvas de programación.

Dispone de 4 contactos:

- Cada grupo de puntos de luz se programa con su curva personalizada.
- Cada contacto integra un reloj astronómico (programación horaria y nº de maniobras flexible).

Terminal Citilux de ARELSA o similar

El cerebro de la instalación es el terminal Citilux, un equipo compacto, robusto y de reducidas dimensiones.

La autonomía queda garantizada gracias al reloj interno que incorpora una batería con 16 años de reserva sin tensión y a la memoria eeprom que almacena la programación.

Instalación y mantenimiento muy sencillos por ser un aparato de carril DIN.

2.38.6 Puesta a tierra

Los conductores empleados en la red de tierra deberán ser aislados, mediante conductor de cobre desnudo de 16 mm² de sección mínima.

2.39 Telecomunicaciones

Trenzado de cobre

El cableado de par trenzado de cobre a instalar cumplirá los siguientes requisitos:

- Para transmisión de datos y voz IP en interiores el par trenzado no apantallado (UTP) TIA/EIA-568b Cat. 6. La conexión en armarios racks se hará crimpando en los correspondientes paneles repartidores RJ-45 Cat. 6 de color negro y 24 puestos, de 1U de altura.
    - El cable desde los racks hasta cada puesto de trabajo terminará en mecanismo también de CAT. 6 y conector hembra RJ-45/ TIA-568B empotrado en pared o en canaleta perimetral, sin diferenciar entre voz y datos.
- Para instalaciones que compartan canalización con cable eléctrico, se instalará cable de par trenzado con cubierta de aluminio (FTP) TIA/EIA-568b Cat. 6. Se conectará la masa a tierra y se usarán conectores RJ45 específicos para FTP.
- En el caso concreto de cable de cobre en interiores de torres de iluminación, se usará cable FTP Cat. 6 armado con cubierta externa de PVC de un diámetro total mayor de 9 mm.

Fibra óptica.

La fibra óptica a instalar cumplirá los siguientes requisitos:

- Fibra de 12 pares Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos de 4 pares cada uno.
- El número de fibras será el suficiente para los servicios requeridos, dejando libres mínimo el 50% de las mismas.

2.40 Paneles Fotovoltaicos

Sobre **cubierta de aparcamiento** se colocarán paneles fotovoltaicos de las siguientes características:

Tipo de celda	N-Type mono-crsitalino
Nº de celdas	108 (54x2)
Dimensiones	1762x1134x30mm

Marco	Anonizado de aluminio
Potencia máxima (Pmax)	435W
Vmp (V)	32.59
Imp (A)	13.35
Voc (V)	39.16
Isc (A)	13.80
Voltaje máximo del sistema	1000/1500VDC
Fusible máximo de la serie	25A

Paneles fotovoltaicos de la planta

Tipo de celda	N-Type mono-crsitalino
Nº de celdas	156 (2x78)
Dimensiones	2465x1134x35mm
Marco	Anonizado de aluminio
Potencia máxima (Pmax)	635W
Vmp (V)	46.12
Imp (A)	13.75
Voc (V)	56.00
Isc (A)	14.46
Voltaje máximo del sistema	1000/1500VDC
Fusible máximo de la serie	30ª

2.40.1 Cableado string

Para el cable de string se utilizará cable tipo FOTOVOLTAICO ZZ-F, según EA 0038, desarrollado expresamente para el uso en Instalaciones Fotovoltaicas

Cable de string 6 mm²	
Designación normalizada	FV ZZ-F
Tensión nominal (kVCC)	1,8

Material del conductor Cobre estañado, flexible Clase 5

Aislamiento Elastómero reticulado libre de halógenos

Cubierta Elastómero reticulado libre de halógenos

Rango de temp. de operación (ºC) -40 a +90

Resistencia a la intemperie

No propagador de la llama

2.41 Cargadores Eléctricos

Los cargadores eléctricos serán de las siguientes características:

Comunicaciones: Ethernet|Wi-Fi

- Tipo salida: 400 Vca - 32 A - 22 kW
- Corriente de entrada: 67 A
- Tipo conector: Cable Tipo 2
- Tipo red: Trifásica
- Modo recarga: 3
- Nº Tomas: 2
- Protección diferencial: Tipo A

Alimentación en alterna

Corriente de entrada	67 A
Frecuencia	50 … 60 Hz
Tipo de red	3F + N + PE
Tensión nominal	400 V ~ ± 10 %

Características eléctricas

Protección contra sobretensiones (DSP)	Protector contra sobretensión transitoria IEC 61643-1 (Clase II), (Opcional)
Protección de sobrecorriente	PIA 40 A (curva C)
Balanceo de potencia entre tomas	1
Cable: Tipo de conector	Cable Tipo 2
I máx. de salida (A)	32
Modo de carga	Modo 3 (IEC 61851-1)
Nº de tomas	2

Potencia máxima de salida (kW)	22
Tensión	400 V ~ (± 10 %)
Características mecánicas	
Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	46 x 1544 x 234 (mm)
Envolvente	Aluminio y ABS
Peso Neto (kg)	55
Características ambientales	
Grado de protección	IP 54 / IK10
Humedad relativa (sin condensación)	5 … 95 %
Temperatura de almacenamiento	20 … +60 ºC
Temperatura de trabajo	-5 … +45 ºC
Comunicación red	
Protocolo	OCPP
Tecnología / Tipo	Ethernet 10/100 Base TX (TCP/IP)

2.42 Materiales no especificados en este pliego

Cuando se hayan de usar otros materiales no especificados en este Pliego, se entenderá que han de ser de la mejor calidad y dar cumplimiento a las indicaciones que en relación con ellos figuren en los planos y presupuesto. En todo caso, las dimensiones, clases y tipos serán los que en su momento fije la Dirección de Obra.

2.43 Muestras y ensayos de los materiales

La Dirección de Obra establecerá el número mínimo de pruebas que considera oportunas para cada uno de los materiales que hayan de emplearse en las obras, con objeto de asegurar el cumplimiento de las características antes definidas, remitiendo las correspondientes muestras al laboratorio designado, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos o costes que se originen por la realización de los ensayos o pruebas, conforme a lo dispuesto en el apartado 2.1 de este Pliego.

En cualquier caso, el Contratista deberá presentar al Director muestras de todos los materiales antes de su empleo, pudiendo desechar éste todos aquellos que no cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego.

2.44 Materiales que no cumplan las condiciones de este pliego

El Director de Obra se reserva el derecho de utilizar algunos de los materiales que no cumplan las condiciones de este Pliego, previa la fijación de un precio contradictorio inferior al determinado en el Cuadro de Precios para el caso de que dichos materiales si cumpliesen las condiciones impuestas. En caso contrario, el Contratista deberá será responsable de retirar estos materiales y traer otros que sí cumplan las condiciones, por su cuenta y riesgo y sin que ello suponga ninguna modificación en el precio ni el plazo total de los trabajos ni de las diferentes unidades de obra.

2.45 Gestión de residuos de construcción y demolición

Conforme a lo indicado en el artículo 5 del Real Decreto 105/2008, el poseedor de residuos de construcción y demolición (RCDs), cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a un particular en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la operación de gestión a la que se someten y la identificación del gestor a quien se entregan.

Se deberán cumplir las prescripciones fijadas en el Pliego de Prescripciones del Plan de Gestión de Residuos.

3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1 Condiciones generales

Las obras en su conjunto y en cada una de sus partes, se ejecutarán con estricta sujeción al presente Pliego de Prescripciones y a las normas oficiales que en él se citan.

Además de la normalización técnica, las obras estarán sometidas a la legislación vigente sobre prevención de riesgos laborales y seguridad y salud en el trabajo desarrollada por el Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto y Real Decreto 1627/1997) y la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en el Anejo correspondiente del presente Proyecto.

En caso de contradicción o duda, el Contratista se atendrá a las instrucciones que, por escrito, le sean dadas por la Dirección de Obra.

El Contratista tiene total libertad para elegir el proceso, así como el programa y fases de ejecución de las obras que más le convenga, siempre y cuando cumpla lo especificado en este Pliego, quedando, por tanto, a su cargo todos los daños o retrasos que puedan surgir por la propia ejecución de las obras o los medios empleados en ellas.

3.2 Equipos y Maquinaria

El Contratista quedará obligado a aportar en las obras los equipos y maquinaria auxiliar que sea necesario para la correcta ejecución de las obras en los plazos contratados.

Si para la adjudicación del Contrato hubiese sido una condición necesaria la aportación de un equipo concreto y el Contratista se hubiese comprometido a aportarlo durante la licitación, la Dirección de obra exigirá el cumplimiento de tal condición.

El Director deberá aprobar los equipos de maquinaria o instalaciones que deban utilizarse para las obras, sin que tal aprobación signifique responsabilidad alguna sobre el resultado o rendimiento de los equipos. Esta responsabilidad es del Contratista en todos los casos.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del Director de obra. Si una vez autorizada la retirada y efectuada ésta, hubiese necesidad de dicho equipo o maquinaria, el Contratista deberá reintegrarla a la obra a su cargo y sin que el tiempo necesario para su traslado y puesta en uso sea argumento para justificar incumplimiento de plazos, que no experimentarán variación por este motivo.

3.3 Accidentes de trabajo

De conformidad con lo establecido en el artículo 74 del Reglamento de la Ley de Accidentes de Trabajo de fecha 22 de Junio de 1956, el Contratista queda obligado a contratar, para su personal, el seguro contra el riesgo de indemnización por incapacidad permanente y muerte en la Caja Nacional de Seguros de Accidentes del Trabajo. Además, se deberá cumplir lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

3.4 Replanteos

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 139, 140 y 141 del RGLCAP, y en las cláusulas 24, 25 y 26 del PCAG así como en las reglas 28, 29 y 30 de las NGC de PE y las AAPP (Orden FOM/4003/2008, de 22 de julio modificada por la Orden FOM/1698/2013, de 31 de julio).

La Dirección de Obra entregará al Contratista un plano general de replanteo. Antes de iniciar las obras el Contratista comprobará sobre el terreno, en presencia de la Dirección de Obra, el plano general de replanteo y las coordenadas de los vértices. Así mismo se harán levantamientos topográficos y batimétricos contradictorios de las zonas afectadas por las obras.

A continuación, se levantará un Acta de replanteo firmada por los representantes de ambas partes. Desde ese momento el Contratista será el único responsable del replanteo de las obras, y los planos contradictorios servirán de base a las mediciones de obra.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de comprobación del replanteo; el cual se unirá al expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

Todas las coordenadas de las obras estarán referidas a las fijadas como definitivas en este Acta de replanteo.

La Dirección de obra sistematizará normas para la comprobación de estos replanteos y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, inhibirá la total responsabilidad del Contratista, ni en cuanto a la correcta configuración y nivelación de las obras, ni en cuanto al cumplimiento de plazos parciales.

Los gastos ocasionados por todas las operaciones de comprobación del replanteo general y los de las operaciones de replanteo y levantamiento mencionados en estos apartados serán por cuenta del Contratista.

3.5 Acceso a las obras

Los accesos a las obras se realizarán por los puntos indicados por la Dirección de Obra.

Los caminos, obras de fábrica y demás accesos a las obras y a los distintos tajos, así como la señalización de obra serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo.

Los caminos y demás vías de acceso construidos por el Contratista serán conservados, durante la ejecución de las obras, por su cuenta y riesgo, así como aquellos ya existentes y puestos a su disposición. También correrá por cuenta del Contratista la conservación de la señalización de obra necesaria tanto de los caminos y accesos ejecutados o utilizados como de otras vías que lo precisasen.

La Dirección de Obra se reserva para si el uso de estas instalaciones de acceso sin colaborar en los gastos de conservación.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra rutas alternativas de acceso a las obras para los distintos servicios empleados en ellas, que disminuyan la congestión del tráfico en la zona.

3.6 Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones

El contratista será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, y determinará las medidas que deban adoptarse en cada ocasión para señalizar, balizar y, en su caso, defender las obras que afecten a la libre circulación. El Director de las obras podrá introducir las modificaciones y ampliaciones que considere adecuadas para cada tajo, mediante las oportunas órdenes escritas, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte del contratista.

No deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una carretera sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa. Estos elementos deberán ser modificados e incluso retirados por quien los coloco, tan pronto como varíe o desaparezca la afección a la libre circulación que origino su colocación, cualquiera que fuere el periodo de tiempo en que no resultarán necesarios, especialmente en horas nocturnas y días festivos. Si no se cumpliera lo anterior la administración podrá retirarlos, bien directamente o por medio de terceros, pasando el oportuno cargo de gastos al contratista, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlo ni sin restablecerlos.

3.7 Instalaciones, medios y obras auxiliares

El Contratista está obligado a realizar por su cuenta y riesgo las obras auxiliares necesarias para la ejecución del Proyecto objeto de estas prescripciones. Asimismo, someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, las instalaciones, medios y servicios generales adecuados para realizar las obras en las condiciones técnicas requeridas y en los plazos previstos.

El Contratista deberá consultar con la Dirección los sistemas de toma de agua y energía necesarios para la obra.

Asimismo, construirá y conservará en lugar debidamente apartado las instalaciones sanitarias para el personal de la Obra.

Todas estas instalaciones se proyectarán y mantendrán de forma que en todo momento se cumpla el "Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo" así como el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo (modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción)y el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción).

El Contratista facilitará, a petición de la Dirección de Obra, una oficina debidamente acondicionada a juicio de ésta, con las características que se indican en el apartado 1.7 de este Pliego, considerándose que dichas instalaciones están incluidas en los precios y presupuesto.

Al final de la obra el Contratista deberá retirar cuantas instalaciones, herramientas, máquinas, materiales, etc. se encuentren en la zona. Si no procediese de esta manera, la Administración, previo aviso y en un plazo de treinta (30) días, procederá a retirarlos por cuenta del Contratista.

3.8 Condiciones de los acopios a pie de obra

El Contratista deberá disponer los acopios de materiales a pie de obra de modo que éstos no sufran demérito por la acción de los agentes atmosféricos y otras causas, cumpliendo en todo momento la legislación vigente en materia de seguridad y salud laboral, vigente en cada momento.

Deberá observar, en este extremo, las indicaciones de la Dirección de Obra, no teniendo derecho a indemnización alguna por las pérdidas que pudiera sufrir como consecuencia del incumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

Se entiende a este respecto que todo material puede ser rechazado en el momento de su empleo si, en tal instante, no cumple las condiciones expresadas en este Pliego, aunque con anterioridad hubiera sido aceptado.

Los materiales serán transportados, manejados y almacenados en la obra, de modo que queden protegidos de posibles daños, deterioro y contaminación.

Las superficies empleadas en las zonas de acopio deberán acondicionarse una vez terminada la utilización de los materiales acumulados en ella, de forma que puedan recuperar su aspecto original.

Todos los gastos requeridos para efectuar los acopios y las operaciones mencionadas en este artículo serán de cuenta del Contratista.

3.9 Inicio de las obras y orden de los trabajos

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Será de aplicación lo dispuesto en las reglas 29 y 30 de las NGC Orden FOM/4003/2008 que no se ve modificada por la modificación Orden FOM/1698/2013 los artículos 139, 140 y 144 del RGLCAP, en las cláusulas 24 y 27 del PCAG sobre comprobación del replanteo, así como lo dispuesto en los artículos 3 y 7 del Real Decreto 337/2010 sobre aprobación del plan de SyS y apertura del centro de trabajo.

El plazo de la ejecución de las obras se iniciará a partir del día siguiente al de la notificación al Contratista de la autorización para el comienzo de ésta, una vez revisado el Proyecto de ejecución.

El Contratista estará obligado a presentar un programa de trabajo en el plazo de quince (15) días, contados a partir de la fecha de iniciación de las obras, fijada de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior.

El programa que presente el Contratista deberá tener en cuenta que en ningún caso pueda interferir las servidumbres terrestres afectadas por las obras.

El programa de trabajo especificará, dentro de la ordenación general de las obras, los períodos e importes de ejecución de las distintas unidades de obra, compatibles (en su caso) con los plazos parciales, si los hubiera, establecidos en el Pliego de cláusulas administrativas particulares, para la terminación de las diferentes partes fundamentales en que se haya considerado descompuesta la obra y con el plazo final establecido. En particular especificará:

- Determinación del orden de los trabajos de los distintos tramos de las obras, de acuerdo con las características del proyecto de cada tramo.
- Determinación de los medios necesarios para su ejecución con expresión de sus rendimientos medios.
- Estimación, en días de calendario, de los plazos de ejecución de las diversas obras y operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y de la ejecución de las diversas partes con representación gráfica de los mismos.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada, sobre la base de las obras y operaciones preparatorias, equipos e instalaciones y parte o clases de obra a precios unitarios.

El Contratista podrá proponer, en el programa de trabajo, el establecimiento de plazos parciales en la ejecución de la obra, de modo que si son aceptados por la Administración al aprobar el programa de trabajo, estos plazos se entenderán como parte integrante del contrato a los efectos de su exigibilidad, quedando el Contratista obligado al cumplimiento no sólo del plazo total final, sino de los parciales en que se haya dividido la obra.

La Administración resolverá sobre el programa de trabajo presentando por el Contratista dentro de los quince (15) días siguientes a su presentación. La resolución puede imponer, al programa de trabajo presentado, la introducción de modificaciones o el cumplimiento de determinadas prescripciones, siempre que no contravengan las cláusulas del Contrato.

El sucesivo cumplimiento de los plazos parciales, si hubiere establecidos, será formalizado mediante la recepción parcial del tramo o zona de obra comprendida dentro del plazo parcial. Las recepciones parciales serán únicas y provisionales e irán acompañadas de la toma de datos necesarios para comprobar que las obras se han realizado de acuerdo con el Proyecto y, por tanto, puedan ser recibidas por la Administración.

La Dirección de Obra queda facultada para introducir modificaciones en el orden establecido para la ejecución de los trabajos, después de que éste haya sido aprobado por la superioridad, si por circunstancias imprevistas lo estimase necesario, siempre y cuando estas modificaciones no representen aumento alguno en los plazos de terminación de las obras, tanto parciales como final. En caso contrario, tal modificación requerirá la previa autorización de la superioridad.

Cualquier modificación que el Contratista quiera realizar en el programa de trabajo, una vez aprobado, deberá someterla a la consideración de la Dirección de Obra y, en caso de que afecte a los plazos, deberá ser aprobada por la superioridad visto el informe de la Dirección.

3.10 Precauciones en la ejecución de las obras

3.10.1 Protección contra lluvias

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Los desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan daños.

Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes.

3.10.2 Protección contra incendios

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas o que se dicten por la Dirección de Obra.

También deberá tener en cuenta el cumplimiento de las normas y requisitos contra incendios exigidos en las instalaciones vecinas.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

3.10.3 Evitación de contaminantes

El Contratista está obligado a cumplir las órdenes de la Dirección cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua y, en general, cualquier clase de bien público o privado que

pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terreno de propiedad del Contratista, así como las disposiciones vigentes sobre conservación del medio ambiente y de la naturaleza.

En particular el Contratista pondrá especial cuidado en las labores de excavación y transporte de los materiales hasta las zonas de vertido para evitar la contaminación de las aguas de acuerdo con lo establecido en el Plan de Vigilancia Ambiental. De igual modo, se evitará la emisión de polvo y la suciedad en los viales de uso público.

La Dirección de Obra ordenará la paralización de los trabajos con gastos por cuenta del Contratista, en el caso de que se produzcan contaminaciones o fugas de los productos de dragado, hasta que hayan sido subsanadas, sin que ello afecte al plazo para la ejecución de la obra.

3.11 Limpieza de la obra y accesos

Es obligación del Contratista mantener siempre la obra en buenas condiciones de limpieza, así como sus alrededores, atendiendo cuantas indicaciones y órdenes se le den por la Dirección en cuanto a escombros y materiales sobrantes. Asimismo, finalizada la obra, hará desaparecer todas las instalaciones provisionales.

También mantendrá en las debidas condiciones de limpieza y seguridad los caminos de acceso a la obra y en especial aquellos comunes con otros servicios o de uso público, siendo por su cuenta y riesgo las averías o desperfectos que se produzcan por un uso abusivo o indebido de los mismos.

3.12 Coordinación con otras obras

Si existiesen otros trabajos dentro del área de la obra a ejecutar, el Contratista deberá coordinar su actuación con aquellos de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de Obra, adaptando su programa de trabajo en lo que pudiera resultar afectado sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna ni justificar retraso en los plazos señalados. Deberá cumplirse con lo indicado para la Coordinación de actividades Empresariales.

3.13 Facilidades para la inspección

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 94 de RGC y en la cláusula 21 del PCAG.

El Contratista proporcionará a la Dirección de la Obra y a su equipo, toda clase de facilidades para poder practicar los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales y su preparación, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la obra, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra, incluso en los talleres, equipos e instalaciones.

Todos los gastos que se originen por estos conceptos serán por cuenta del Contratista.

3.14 Trabajos nocturnos

Se cumplirá lo establecido en materia de seguridad y salud en el trabajo, en la ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) relacionado con trabajos nocturnos y su iluminación, en el R.D. 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores así como en el R.D. 1561/1995, de 21 de septiembre sobre jornadas especiales de trabajo.

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique.

El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que la Dirección ordene y mantenerlos en perfecto estado durante la ejecución de los mismos.

Estos equipos deberán permitir el correcto funcionamiento y trabajo de la vigilancia de la obra para que no exista ningún perjuicio en el desarrollo de la misma.

3.15 Trabajos no autorizados y defectuosos

Será de aplicación lo dispuesto en las cláusulas 43, 44 y 62 del PCAG y en los artículos 212, 298 y 312 del texto refundido de la LCSP.

Los trabajos ejecutados por el Contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales del Proyecto sin la debida autorización, deberán ser derruidos a su costa, si el Director de Obra lo exige y, en ningún caso serán abonables.

La Dirección en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el programa de trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

Los auxiliares técnicos de vigilancia tendrán la misión de asesoramiento a la Dirección en los trabajos no autorizados y defectuosos.

3.16 Descanso en días festivos

En los trabajos que comprende esta Contrata se cumplirá puntualmente el descanso en días festivos del modo que señalan las disposiciones vigentes.

En casos excepcionales, cuando fuera necesario trabajar en dichos días, se procederá como indican las citadas disposiciones y las que en lo sucesivo se dicten sobre la materia.).

3.17 Hallazgos arqueológicos

Será de aplicación lo dispuesto en la cláusula 19 del PCAG.

Si durante la ejecución de las excavaciones se hallasen piezas de interés arqueológico o que, por su circunstancia, hicieran prever la existencia de algún pecio, se detendrán los trabajos, balizándose la zona en cuestión y se avisará inmediatamente a la Dirección de Obra para que disponga lo procedente, reanudándose el trabajo fuera de la zona balizada, aplicando en este caso lo indicado en el párrafo anterior.

La extracción posterior de estos hallazgos se efectuará por equipos y personal especializados y con el máximo cuidado para preservar de deterioros a las piezas obtenidas.

Estas extracciones serán encargadas al equipo que designe la Dirección de las Obras y serán abonadas separadamente, quedando todas las piezas extraídas de propiedad de la Administración.

3.18 Ensayos y su significación

Con arreglo a las Instrucciones vigentes en cada materia, se deberán realizar pruebas y ensayos en la misma obra. Para su comprobación y en el caso de carencia de medios adecuados para la realización de los mismos, la Dirección de Obra podrá ordenar se realicen en los laboratorios oficiales que determine o en aquellos que, sin serlo, estén homologados.

Los ensayos no tienen otra significación o carácter que el de simple antecedente para la recepción. La admisión de materiales o de unidades de obra no atenúa el deber de subsanar y reponer, que contrae el Contratista, si las instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas para la recepción provisional y/o para la definitiva.

Los ensayos de control de calidad de cualquier unidad de obra se abonarán siguiendo los criterios del apartado 2 de este Pliego.

3.19 Obras mal ejecutadas

Será de obligación del Contratista demoler y volver a ejecutar a su costa toda obra que no cumpla las prescripciones del presente Pliego ni las instrucciones de la Dirección de las Obras.

3.20 Obligaciones de carácter social y legislación laboral

Será de aplicación la cláusula 11 del PCAG.

El Contratista como único responsable de la realización de las obras, se compromete al cumplimiento a su costa y riesgo de todas las obligaciones que se deriven de su carácter legal de patrono respecto a las disposiciones de tipo laboral vigente o que se puedan dictar durante la ejecución de las obras.

Serán de cargo del Contratista los gastos de establecimiento y funcionamiento de las atenciones sociales que se requieran en la obra.

La Dirección de obra podrá exigir del Contratista en todo momento, la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras.

El Contratista viene obligado a la observancia de cuantas disposiciones estén vigentes o se dicten, durante la ejecución de los trabajos, sobre materia laboral.

Serán de cargo del Contratista los gastos de establecimiento y funcionamiento de las atenciones sociales que se requieran en la obra.

3.21 Modificaciones de obra

Será de aplicación lo dispuesto en el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (REAL DECRETO LEGISLATIVO 3/2011, de 14 de noviembre) sobre la Modificación del contrato de obra detallado en los artículos 234, 243 y 250 siempre y cuando estén dentro de los supuestos establecidos dentro de los artículos 105 y 107 y cumpliendo con lo previsto en el artículo 106.

3.22 Retirada de los medios auxiliares

Al final de la obra el Contratista deberá retirar cuantas instalaciones, herramientas, máquinas, materiales, etc. se encuentren en la zona. Si no procediese de esta manera, la Administración, previo aviso y en un plazo de treinta (30) días, procederá a retirarlos por cuenta del Contratista.

3.23 Demoliciones y desmontajes

En todos los casos se incluye la retirada de los materiales de desmontaje y derribo, incluido el transporte a vertedero, acopio o lugar de empleo.

El Contratista elaborará y someterá a la aprobación del Director de las Obras un procedimiento de ejecución de las demoliciones previstas en el Proyecto.

El Contratista deberá presentar los planos y croquis necesarios de las demoliciones, donde se justifiquen debidamente que éstos afectarán en lo mínimo a las estructuras y obras existentes.

Los trabajos se realizarán por vía terrestre de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra y no entorpezcan el tráfico, y tomando todas las precauciones precisas de acuerdo con la legislación sobre Seguridad en el Trabajo.

Se supondrá, en todo caso, que el Contratista está informado de las posibles instalaciones, acometidas, etc. que puedan ser dañadas por las demoliciones, siendo de su entera responsabilidad los perjuicios producidos y en todo caso estará obligado a su reposición y puesta en servicio siendo los gastos a su costa.

3.24 Gestión de residuos de construcción y demolición

En el presente proyecto, se ha elaborado un Estudio de Gestión de Residuos, en el que, de acuerdo con los criterios del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos, se han establecido los criterios para la gestión de los residuos de construcción y demolición que se generen por la ejecución de las obras incluidas en el presente proyecto. El estudio se incluye en el Anejo 23.

Conforme a lo indicado en el artículo 5 del RD 105/2008, quien ejecute la obra estará obligado a presentar un Plan de Gestión de Residuos que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición (RCDs) que se vayan a producir en la obra.

El Estudio de Gestión de Residuos incluido en el presente proyecto servirá de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del constructor. En el citado plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este proyecto.

El Plan que el contratista ha de presentar contendrá, al menos, la siguiente información:

- Volumen aproximado de acuerdo con las características del Proyecto
- Medios necesarios para su ejecución con expresión de sus rendimientos medios
- Posible sistema de reciclado y reutilización en obra como material de relleno
- Medios necesarios para la retirada, rutas de transporte y posibles zonas de vertido
- Estimación de los plazos de ejecución
- Valoración mensual de las tareas de retirada y vertido

Dicho plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Se detallan a continuación las prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, recordando que los residuos con legislación específica son tratados exclusivamente cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, en todos aquellos aspectos no contemplados en su legislación específica.

Plan de gestión de residuos del Contratista. Ejecución del punto limpio

Antes del inicio de la obra el Contratista presentará su propio Plan de Gestión de Residuos, que deberá someter a la aprobación de la Dirección Ambiental de la Obra. Este programa se realizará con objeto de posibilitar una correcta gestión ambiental a través de establecer los procesos de recogida de residuos y su traslado al Gestor de Residuos acreditado más cercano.

El sistema de gestión de residuos, a presentar por el Contratista antes del inicio de las obras atenderá a lo establecido en la legislación vigente en esta materia, especialmente en cuanto refiere a la estimación de la cantidad de residuos, las medidas para la prevención de residuos, las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en obra, las medidas de separación de los residuos en obra, los planos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, separación, etc. y la valoración del coste previsto de la gestión de los residuos.

El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Todo lo relacionado con el manejo de residuos tanto urbanos y asimilables a urbanos, como peligrosos, se realizará según establece la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, los Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, y 952/1997, de 20 de junio, en el que se desarrollan las normas básicas sobre los aspectos referidos a las obligaciones de los productores y gestores, y operaciones de gestión. Se cumplirá lo exigido en la normativa de Residuos de la Comunidad Autónoma de Islas Baleares y normativa relacionada (Ley 8/2019 de Residuos y suelos contaminados de las Illes Balears, Decreto 14/2020 de 8 de abril, por el cual se aprueba el Plan director sectorial de prevención y gestión de residuos peligrosos de las Illes Balears (PDSGP-RP), y la ordenanza municipal de residuos del Ayuntament de Petra).

A continuación, se describen los elementos y las características tipo de estos puntos limpios.

Para cada punto limpio se definirá su zona de influencia y, en su caso, se organizará el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal, etc.) y con su adecuada señalización.

El área de influencia abarcará el conjunto de la obra o actividad. En cada una se procederá a señalar los puntos de recogida en número y distancia suficientes para facilitar la utilización de los puntos limpios y facilitar el transporte hasta ellos. Al término de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la actuación, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los mismos criterios de calidad aplicados al resto de las zonas.

Para los residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consistirá en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación distinguibles, según el tipo de desecho, y contiguos a las áreas más características del proyecto. Cada uno de estos definirá una zona de acción o influencia donde se distribuirán, uniformemente y según los requerimientos de la obra, un número suficiente de grupos de depósitos menores (puntos de recogida). La recogida de los residuos acumulados en los puntos de

retirada y su traslado a los puntos limpios contará con personal y medios específicos para esta tarea. El correcto funcionamiento de este sistema no descarta una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Los contenedores de residuos tóxicos se colocarán en terrenos, con unas mínimas características mecánicas y de impermeabilidad, debido primero a su peligrosidad y segundo a los lixiviados que producen o son capaces de producir. La preparación del suelo consistirá, según las necesidades estimadas por la Dirección Ambiental de las obras. En los casos necesarios, se habilitará el terreno para soportar la presión mecánica de los contenedores.

Los contenedores serán seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo. En principio se escogerá el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y el peso esperado de los mismos y las condiciones de aislamiento deseables.

Según la movilidad se distinguirán dos clases de contenedores: aquellos localizados en los puntos limpios, mayores y poco movibles, y aquellos otros situados en los puntos de recogida, de menor tamaño y mayor movilidad. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

Los puntos limpios estarán diseñados acordes al objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de los materiales sobrantes. En el caso de residuos sólidos, el punto limpio consistirá en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho.

Los contenedores que alberguen residuos potencialmente contaminantes deberán situarse sobre terrenos impermeabilizados. El material que formará cada contenedor variará según la clase, el volumen y el peso esperado de los residuos, así como las condiciones de aislamiento deseables. Para el más fácil y correcto funcionamiento de los puntos limpios, se potenciará la distinción visual, colocando contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase. De acuerdo con esto, se propone el siguiente sistema de colores:

COLOR CONTENEDOR	CONTENIDO DEL CONTENEDOR
Verde	Vidrio
Azul	Papel y cartón
Amarillo	Envases y plásticos
Marrón	Madera
Negro	Neumáticos
Blanco	Residuos orgánicos
Rojo	Residuos peligrosos: aceites, filtros de aceite, tóner, absorbentes
Morado	Pilas alcalinas y pilas botón
Gris	Metal

Los contenedores serán, en cualquier caso, impermeables.

Es necesario instalar un punto limpio próximo a las áreas destacables por una actividad importante y prolongada. Como mínimo, se establecerá un punto limpio con los siguientes contenedores:

- Contenedor estanco para recipientes de vidrio
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón
- Contenedor estanco para envases y recipientes plásticos
- Contenedor abierto para maderas
- Contenedor abierto para neumáticos
- Contenedores para residuos orgánicos
- Depósitos estancos preparados para residuos tóxicos
- Contenedores cerrados para pilas alcalinas y pilas botón
- Contenedor estanco sobre terreno preparado para inertes

Se incluirá además un Contenedor con material absorbente para la recogida de derrames de combustible en su caso.

Respecto a los puntos de recogida, éstos deberán localizarse de manera que ofrezcan una máxima funcionalidad y posibiliten la máxima eficacia. Los contenedores podrán ser de tipo urbano, fácilmente descargables, y estarán estratégicamente localizados.

Existirá en cualquier caso se cumplirán los aspectos normativos de retirada de basuras urbanas dentro del servicio de recogida periódico y selectivo, de forma que todos los residuos sean gestionados por gestor autorizado. La determinación del turno de recogida más conveniente dependerá de las condiciones particulares de la obra y del momento de operación, así como de la localización de los puntos limpios antes descritos.

El perímetro del punto limpio estará vallado siendo, si es preciso, impermeabilizada la superficie coincidente con las zonas susceptibles de generar riesgos de contaminación del suelo o las aguas.

Almacenamiento de gasoil en obra

Aunque está previsto el repostaje de los vehículos de obra en las gasolineras colindantes a la zona de actuación, dado el carácter eminentemente urbano de las obras, en caso necesario, el almacenamiento y abastecimiento del gasoil en las obras se realizará en los puntos definidos a tal efecto dentro de las instalaciones auxiliares de obra, con depósitos móviles de almacenamiento de combustible, en un recinto vallado e impermeabilizado con hormigón, para evitar la contaminación del suelo por los derrames producidos en las operaciones de repostaje de los vehículos. Esta zona estará circundada por una zanja drenante que llevará sus aguas a la balsa de decantación propuesta para el área de las instalaciones auxiliares de obra.

Puntos de recogida de residuos

Respecto a los puntos de recogida, éstos deberán localizarse de manera que ofrezcan una máxima funcionalidad y posibiliten la máxima eficacia. Los contenedores podrán ser de tipo urbano, fácilmente

descargables, y estarán estratégicamente localizados en las zonas frecuentadas y en puntos que permitan el paso del camión de recogida. El servicio de recogida será periódico y selectivo, de forma que todos los residuos sean gestionados por gestor autorizado. La determinación del turno de recogida más conveniente dependerá de las condiciones particulares de la obra y del momento de operación. A continuación, se incluye una tabla orientativa sobre el tipo de residuo y su destino, clasificados de acuerdo con la Lista Europea de Residuos (LER), publicada mediante Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular..

Acondicionamiento de suelos compactados

El contratista vigilará el estado del suelo para evitar la excesiva compactación del mismo, así como la formación de regueros. Esta vigilancia se intensificará en las épocas de mayores precipitaciones.

En el caso de localizarse zonas excesivamente compactadas se efectuarán operaciones de ripado o arado, de manera que se evite la formación de una coraza superficial. Se realizará con maquinaria adecuada al uso, una vez concluido el vertido y realizadas las labores de limpieza de la zona de obras. Esta inspección se repetirá una vez finalicen las obras en la totalidad de las superficies afectadas.

Actuaciones en caso de derrames accidentales hacia las aguas

Si accidentalmente se derraman cantidades importantes de hidrocarburos o cualquier otro producto ecotóxico en suelos o aguas, se comunicará inmediatamente al encargado, Director de obra o jefe de obra. Se dispondrá de un recipiente con material absorbente para recoger dicho vertido (ver apartado correspondiente al punto limpio).

Si el volumen derramado fuera tal que pudiera inducir un riesgo grave de contaminación aguas abajo, el Director de obra comunicará inmediatamente el incidente al organismo de cuenca responsable.

En dicha comunicación se harán constar las cantidades derramadas y el tipo de producto, indicando expresamente que se trata de un vertido accidental.

Normativa de aplicación en materia de gestión de Residuos de construcción y demolición:

Ámbito europeo

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2008/98/CE, de 19 de noviembre, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.

- Decisión 2002/33/CE, de 19 de diciembre, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CE.
- Decisión 2000/532/CE, de 3 de mayo, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos y a la 94/904/CE por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE relativa a residuos peligrosos.

Ámbito estatal

- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural. Ministerio de Agricultura, Alimentación, y Medio Ambiente por la que se aprueba el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.
- Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas, acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen les disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

- Real Decreto 21/2006, de 14 de febrero, por el que se regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Transpone la directiva 1999/31
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

Ámbito autonómico

- Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020
- Plan Director Territorial de Residuos no peligrosos de Andalucía 2010-2019, aprobado en Consejo de Gobierno el 2 de noviembre de 2010 (Decreto 397/2010)
- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, y se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión integrada de la Calidad Ambiental.
- Orden de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Tratamiento de residuos de la construcción y demolición (RCD)

Se detalla a continuación el Pliego de prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, recordando que los residuos con legislación específica son tratados exclusivamente cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, en todos aquellos aspectos no contemplados en su legislación específica. En el Anejo correspondiente del Proyecto se incluye el desarrollo del Estudio de Gestión de Residuos correspondiente a la presente obra.

Separación en origen

Para fomentar el reciclado o reutilización de materiales contenidos en los residuos, estos deben ser aislados y separados unos de otros. Por lo tanto, la gestión de los residuos en la obra debe empezar por su separación selectiva.

En consecuencia, se hace necesario proveer de contenedores individuales para cada tipo de material (plásticos maderas, metales, pétreos, peligrosos, etc.).

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En cuanto a los residuos propios de construcción y demolición se realizará una segregación mínima mediante la separación selectiva en residuos no peligrosos o no especiales, inertes y peligrosos o especiales (en este caso siempre separados del resto).

Si en un entorno próximo hay industrias de reciclaje especializadas en otros residuos que no se hayan definido en el apartado anterior, podrá instalarse un contenedor adicional para almacenarlos. Este es el caso de los residuos de determinadas maderas, placas de cartón-yeso, algunos materiales plásticos, etc.

La separación en fracciones de los residuos de la construcción y demolición se llevará a cabo preferentemente dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el contratista podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el contratista deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido con la separación en fracciones de los de residuos anteriormente comentada.

Los residuos deben ser tratados y almacenados correctamente o separados y aislados donde sea necesario.

La separación en origen es el factor más influyente en su destino final. Cuando no sea posible la separación en origen, será obligatorio derivar los residuos a instalaciones donde se les haga un tratamiento previo y desde donde finalmente sea remitido a un gestor autorizado para su valorización o, en el caso más desfavorable, para su depósito en vertedero controlado.

Almacenaje de residuos de construcción y demolición

Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes, de tal modo que se facilite su posterior reciclaje o valorización. Asimismo, se preverá un número suficiente de contenedores y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositar los residuos.

El depósito temporal de los RCDs generados se podrá efectuar de las formas siguientes, salvo que los Servicios Municipales determinen condiciones específicas:

- Mediante el empleo de sacos industriales, elementos de contención o recipientes flexibles, reciclables, con una capacidad inferior o igual a 1 metro cúbico.
- En contenedores metálicos específicos, ubicados de acuerdo con las ordenanzas municipales.
- Acopiados en la zona de obras, en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de los residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. De forma general, los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

Los contenedores, sacos, depósitos y todos los demás recipientes de almacenamiento y transporte de los distintos residuos deben estar debidamente etiquetados, con el fin de que los que trabajan con ellos y, de forma genérica, todo el personal de la obra pueda identificarlos.

Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y las características de los residuos. Estas etiquetas tendrán un tamaño adecuado y estarán convenientemente dispuestas, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, es decir, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

Los contenedores para el almacenamiento en el lugar de producción y el transporte de los residuos de construcción y demolición deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera), en los que figurará la información pertinente.

La ubicación de los contenedores se realizará en un sitio de fácil acceso con maquinaria y para personas.

Correcto almacenaje de materias primas

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

A continuación, se incorpora una tabla en la que se proponen los métodos más convenientes para almacenar las materias primas que llegan a la obra, cuya aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos que se originan o el desperdicio de materiales.

MATERIAL	ALMACENAR CUBIERTO	ALMACENAR EN ÁREA SEGURA	ALMACENAR EN PALLETTES	ALMACENAR LIGADOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
Arena y grava					Almacenar en una base dura para reducir desperdicios
Tierra superficial y rocas					Almacenar sobre una base dura para reducir desperdicios. Separarlos de contaminantes potenciales
Yeso y cemento	•		•		Evitar que se humedezcan
Ladrillos y bloques de hormigón, adoquines, bordillos, prefabricados de hormigón, tubos			•	•	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso. Proteger del tráfico de vehículos
Madera	•	•		•	Proteger todos los tipos de madera de la lluvia
Metales	•	•			Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Material aislante, juntas	•	•			Almacenar con polietileno

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Transporte de residuos

El transporte y recogida de residuos se ajustará a criterios sencillos, entre los que se encuentra la descripción en un formulario de los residuos que van a ser transportados o vertidos, con el fin de controlar su itinerario, desde donde se generan hasta su destino final.

Durante el transporte se ha de velar por mantener los residuos peligrosos separados de los residuos inertes.

Han de evitarse movimientos innecesarios, que entorpezcan la marcha de la obra y no faciliten la gestión de los mismos.

Los materiales sobrantes han de transferirse siempre a un transportista autorizado, inscrito en el Registro de Transportistas autorizados en las Illes Balears (consultar la información al respecto facilitada por la Conselleria d'Empresa, Autónoms i Energia en la en la página web https://www.caib.es)

Los transportistas de RCD no podrán realizar ningún servicio de transporte de este tipo de residuos si el productor no está en posesión de la licencia municipal de obras, o si no ha procedido a notificar al Ayuntament correspondiente la realización de las mismas, cuando la citada licencia no sea preceptiva.

Posibilidades de reutilización / reciclaje in situ

Gran parte de los elementos que configuran las construcciones contemporáneas pueden reutilizarse. Más concretamente, los clasificados como componentes (productos que llegan a la obra con la configuración definitiva, listos para ser montados) son los que más fácilmente pueden ser recuperados y, con una transformación poco compleja, reutilizados en otras construcciones.

Los materiales que de forma mayoritaria caracterizan los residuos de construcción son, en general, reciclables. Los materiales de origen pétreo se pueden reincorporar a una construcción, en general por medio de un proceso de fragmentación. Pero si se trata de hormigón armado, antes debe separarse la armadura.

Generalmente, los metales se pueden reincorporar en otra construcción o los puede utilizar una industria mecánica por medio de un proceso de fusión y conformación de un nuevo elemento. El reciclaje de los plásticos normalmente es más complejo, sobre todo si se pretenden transformar en productos que no son de construcción. Las maderas en general se trituran y reincorporan en forma de virutas o de granos pequeños para fabricar aglomerados de madera. Los materiales asfálticos y bituminosos se reincorporan en masa para pavimentos y secciones de firmes.

Entrega al gestor

El contratista de las obras, como poseedor de los residuos de la construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición por parte del contratista a un gestor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del contratista, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el contratista de las obras entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022.

En la página web de la Conselleria d'Empresa Autónoms i Energia (https://www.caib.es/) se listan los gestores autorizados de la zona actualizados.

3.25 Fabricación de hormigones y morteros

3.25.1 Hormigones

Las resistencias características a cumplir por los distintos hormigones de la obra, definidas según el CE, serán las indicadas en este Pliego y en los Planos del Proyecto.

En lo relativo a las fases del proceso de ejecución de los hormigones se deberán seguir las condiciones fijadas por el articulado del CE.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón, habrán de someterse a la aprobación de la Dirección de Obra, que comprobará su correcto funcionamiento antes de su puesta en marcha y cuando lo estime oportuno durante las obras. A estos efectos, el Contratista propondrá a la Dirección, mediante ensayos previos, dosificaciones tipo para cada calidad de hormigón, dosificaciones que no podrán ser alteradas sin autorización. Cada vez que se cambie la procedencia de alguno de los materiales deberá estudiarse una nueva dosificación.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento (2%) para el agua y el cemento, cinco por ciento (5%) para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento (2%) para el árido total. En la consistencia se admitirá un asiento máximo de sesenta milímetros (60), admitiéndose una tolerancia de diez milímetros (10).

Las dosificaciones que figuran en los anejos de cálculo u otros documentos como los cuadros de precios son sólo a titulo orientativo y de composición de precios.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Excepto para el hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasado no será superior a cuarenta grados centígrados (40° C), y la temperatura del hormigón fresco debe ser igual o inferior a 30º C, o superior a 5º C en tiempo frío o con heladas. Tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán por separado, y al fijar la cantidad de agua que deba añadirse a la masa, será imprescindible tener en cuenta la que contengan el árido fino y eventualmente el resto de los áridos.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado en una parte de la cantidad de agua requerida por la masa, completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco (5) segundos ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en el que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador.

El periodo de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa sin disgregación, a la velocidad de batido y durante un período de tiempo no inferior a 90 segundos.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos o agua.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella.

3.25.2 Morteros de cemento

Los morteros de cemento, a utilizar en la obra, serán siempre de resistencia superior a los hormigones que limiten con él y en lo que a ejecución se refiere, se regirán por lo establecido en el Artículo 611 del PG-3.

3.25.3 Lechadas de cemento

Las lechadas de cemento a utilizar en la obra se regirán por lo establecido en los Artículos 612 y 613 del PG-3.

El amasado de las lechadas de cemento se hará mecánicamente. La lechada carecerá de grumos y burbujas de aire, y para evitarlos se intercalarán filtros depuradores entre la mezcladora y la bomba de inyección.

3.26 Transporte del hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que acepte la Dirección de Obra y que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la masa.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Las características de las masas varían del principio al final de cada descarga de la hormigonera. Por ello, para conseguir una mayor uniformidad no deberá ser transportada una misma amasada en camiones o compartimentos diferentes.

La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un metro (1 m), procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

Se aconseja limpiar el equipo empleado para el transporte después de cada recorrido. Para facilitar esta limpieza será conveniente que los recipientes utilizados sean metálicos y de esquinas redondas.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación normal, su transporte a obra se realizará empleando camiones provistos de agitadores.

Se utilizarán camiones con tambores giratorios o camiones provistos de paletas, cuya velocidad de agitación estará comprendida entre dos revoluciones por minuto (2 r.p.m.) y seis revoluciones por minuto (6 r.p.m.); el volumen transportado no será superior al ochenta por ciento (80%) del fijado por el fabricante del equipo y en cualquier caso, serán capaces de efectuar el transporte y la descarga de la mezcla en obra sin segregación de los elementos que constituyen el hormigón.

El periodo de tiempo comprendido entre la carga del mezclador y la descarga del hormigón en obra será inferior a una hora (1 h.) y durante todo el periodo de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación. Este periodo de tiempo deberá reducirse, si la temperatura es elevada o existen circunstancias que contribuyan a un fraguado rápido del hormigón.

Cuando se utilicen centrales para dosificar en seco las masas y éstas hayan de ser después transportadas hasta la hormigonera, dicho transporte se realizará en vehículos provistos de varios compartimentos independientes, uno (1) por masa, o bien dos (2) por masa, uno para los áridos y otro para el cemento.

En estos casos se pondrá especial cuidado para evitar que, durante el recorrido, puedan producirse pérdidas de polvo de cemento. Para ello, cuando los áridos y el cemento vayan juntos a un mismo compartimento, al llenar éste se verterá primero una parte de árido, luego el cemento y finalmente, el resto del árido. Si el cemento se transporta aislado deberá cubrirse adecuadamente.

3.27 Encofrados

Los encofrados serán de madera, metálicos, fenólicos o de otro material que reúna análogas condiciones de eficacia. Los encofrados para el hormigón de cajones deberán ser metálicos.

El Contratista deberá proyectar en detalle los sistemas de encofrado a utilizar en los diferentes tajos de hormigonado y someter este proyecto a la aprobación de la Dirección de la Obra.

Tanto las uniones, como las piezas que constituyan los encofrados, deberán poseer la resistencia y rigidez necesaria para que, con la forma de hormigonado previsto y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, no se originen en el hormigón esfuerzos anormales durante su puesta en obra ni durante su periodo de endurecimiento, ni se produzcan en los encofrados movimientos excesivos.

En general, pueden admitirse movimientos locales de cinco milímetros (5 mm), y del conjunto del orden de la milésima (1/1000) de la luz.

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada con el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser suficientemente uniformes y lisas, para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón en ellos fabricados no presenten defectos, bombeos, resaltes o rebabas de más de tres milímetros (3 mm).

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias agresivas a la masa del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, para evitar absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

En los encofrados de madera, las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o del agua del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado o

utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. La Dirección de la Obra podrá autorizar, sin embargo, la utilización de berenjenos para achaflanar dichas aristas.

Para facilitar el desencofrado será obligatorio el empleo de un producto desencofrante, aprobado por la Dirección de la Obra.

En todo caso, los elementos de apoyo de los encofrados Irán sobre cuñas o dispositivos equivalentes, tanto para permitir la corrección de niveles y alineaciones, que se harán cuidadosamente antes de empezar a colocar el hormigón, como para facilitar el desencofrado y progresivo descimbramiento.

La aprobación del sistema de encofrado, previsto por el Contratista, en ningún caso supondrá la aceptación del hormigón terminado.

3.28 Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras

En todo cuanto haga referencia a la ejecución de armaduras, se estará de acuerdo con el CE, y en particular con lo dispuesto en el artículo 49 del mismo sobre procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras.

La colocación, recubrimiento y empalme de armaduras se harán de acuerdo con el Artículo 44.2.1. del CE. Los recubrimientos de armaduras serán los indicados en los planos.

El doblado de la armadura se realizará en frío. No se enderezarán codos excepto si se puede verificar que esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente. Se colocarán separadores para asegurar el recubrimiento mínimo y no deben producirse fisuras ni filtraciones al hormigón. En caso de realizar soldaduras es necesario que los operarios demuestren su aptitud de acuerdo con las especificaciones de la UNE 14-010 o la UNE-EN 287-1.

3.29 Puesta en obra y compactación del hormigón

3.29.1 Puesta en obra del hormigón

Como norma general, no deberá transcurrir más de tres cuartos (3/4) de hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasadas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro (1 m) quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados.

La Dirección de la Obra podrá autorizar el bombeo del hormigón, siempre que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación, que el volumen de

hormigón lanzado en cada descarga sea superior a doscientos litros (200 l.), que se elimine todo excesivo rebote de material, y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

Al verter el hormigón se vibrará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice con todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura, y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

3.29.2 Compactación del hormigón

La compactación de los hormigones colocados se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de las probetas de ensayo.

La compactación se continuará, especialmente junto a los paramentos y rincones del encofrado, hasta eliminar las posibles coqueras, y conseguir que la pasta refluya a la superficie.

La compactación de hormigones se realizará siempre por vibración, de manera tal que se eliminen los huecos y posibles coqueras, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas, y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

El espesor de las tongadas de hormigón, los puntos de aplicación de los vibradores, y la duración de la vibración, se fijará por el Director de la Obra o persona en quien delegue, a propuesta del Contratista.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente húmeda.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse perpendicularmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada subyacente, y retirarse también perpendicularmente, sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s.), con cuidado de que la aguja no toque las armaduras.

La distancia entre dos puntos sucesivos de inmersión no será superior a setenta y cinco centímetros (75 cm), y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo, a vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de diez centímetros (10 cm) de la pared del encofrado.

Si se vierte hormigón en un elemento que simultáneamente se está vibrando, el vibrador no se introducirá a menos de un metro y medio (1,5 m) del frente libre de la masa.

Se podrá autorizar el empleo de vibradores firmemente anclados a los moldes, a juicio del Director de la Obra o persona en quien delegue.

Si se avería uno o más de los vibradores empleados y no se pueden sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, y el Contratista procederá a una compactación por apisonado y picado suficientemente enérgico para terminar el elemento que esté hormigonando, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se hayan reparado o sustituido los vibradores averiados..

3.30 Desencofrado

Los encofrados, en general, se quitarán lo antes posible, cumpliendo con los plazos de desencofrado y descimbrado obtenidos según las indicaciones de los artículos 53.1 y 53.2 del CE, para proceder sin retraso al curado del hormigón. Estos plazos podrán verse modificados si el Director de la Obra lo considerase oportuno.

En tiempo frío no se quitarán los encofrados mientras el hormigón esté todavía caliente, para evitar su cuarteamiento.

Los plazos límites de desencofrado se fijarán, en cada caso, teniendo en cuenta los esfuerzos a que haya de quedar sometido el hormigón por efectos del descimbramiento y su curva de endurecimiento, las condiciones meteorológicas a que haya estado sometido desde su fabricación, con arreglo a los resultados de las roturas de las probetas preparadas al efecto y mantenidas en análogas condiciones de temperatura, y a los demás métodos de ensayo de información previstos.

Las fisuras o grietas que puedan aparecer no se taparán sin antes tomar registro de ellas, con indicación de su longitud, dirección de abertura y lugar en que se hayan presentado, para determinar su causa, los peligros que puedan representar y las medidas especiales que puedan exigir.

3.31 Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento de siete (7) días de duración se deberá mantener la humedad del hormigón, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 52.5 del CE y se evitarán las causas externas, tales como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas.

Las superficies se mantendrán húmedas durante siete (7) días, debiendo aumentarse estos plazos, a juicio del Director de la Obra, en tiempo seco o caluroso, cuando las superficies estén soleadas o hayan de estar en contacto con agentes agresivos, o cuando las características del conglomerante así lo aconsejen.

3.32 Juntas de construcción y juntas de dilatación

3.32.1 Juntas de construcción

Las juntas de construcción deberán de trabajar a compresión, tracción y cortante.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra la disposición y forma de tongadas de construcción que estime necesarias para una correcta ejecución. Dichas propuestas se realizarán con la suficiente antelación a la fecha en que se prevea realizar los trabajos, que no será en ningún caso inferior a quince (15) días.

Salvo prescripción contraria, en la superficie de estas juntas, el hormigón ejecutado en primer lugar se picará intensamente, hasta eliminar todo el mortero del paramento. En la junta entre tongadas sucesivas deberá realizarse un lavado con aire y agua.

Se tomarán las precauciones necesarias para conseguir que las juntas de construcción y de tongadas queden normales a los paramentos en las proximidades de éstos y se evitará en todo momento la formación de zonas afiladas o cuchillos en cada una de las tongadas de hormigonado.

No se admitirán interrupciones de hormigonado que corten longitudinalmente las vigas, a no ser que se autorice expresamente y por escrito por el Director de la Obra, adoptándose precauciones especiales para asegurar la transmisión de esfuerzos, tales como dentado de la superficie de la junta, disposición de armaduras transversales o tratamiento con adhesivos a base de resina epoxi.

Si por averías imprevisibles y no subsanables, o por causas de fuerza mayor, quedara interrumpido el hormigonado de una tongada, se actuará sobre el hormigón hasta entonces colocado de acuerdo con lo indicado en los párrafos anteriores siguiendo las instrucciones de la Dirección de Obra.

3.32.2 Juntas de dilatación

Las caras de las juntas de dilatación serán planas o con redientes, con la forma y dimensiones que se indican en los planos. El Director de la Obra podrá modificar la distribución de las juntas de dilatación si lo considerara conveniente.

La superficie de la junta correspondiente al hormigón colocado en primer lugar, no se picará en general, pero se repasará su superficie con el objeto de eliminar las rebabas, salientes y restos de sujeción de los encofrados.

Las juntas se rellenarán de un material que tenga la suficiente compresibilidad para permitir la dilatación del hormigón sin fluir hacia el exterior, así como capacidad para recuperar la mayor parte de su volumen inicial al descomprimirse. No absorberá agua del hormigón fresco y será lo suficientemente impermeable para impedir la penetración del agua exterior. Su espesor será el indicado en los Planos, o en su defecto el que indique el Director de Obra.

Para la formación de juntas realizadas en fresco podrán utilizarse materiales rígidos que no absorban el agua, o tiras continuas de plástico, del espesor adecuado, que deberán ser aprobadas por el Director de Obra.

En los casos en que se disponga un material de sellado para el cierre superior de las juntas, este deberá ser suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanqueidad de las juntas, para lo cual no deberá despegarse de los bordes.

3.33 Terminación de los paramentos vistos

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades que requieran la necesidad de un enlucido posterior, el cual, en caso de que fuese necesario a juicio del Director de la Obra, correrá a cargo del Contratista, así como el coste de los elementos que estime oportunos la Dirección de la Obra para obtener un aspecto uniforme de los paramentos vistos.

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos planos, medida respecto de una regla de dos metros (2 m) de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

- Superficies vistas: dos milímetros (2 mm)
- Superficies ocultas: seis milímetros (6 mm)

3.34 Limitaciones en la ejecución del hormigonado

El hormigonado se suspenderá siempre que la temperatura ambiente sea inferior a dos grados centígrados (2ºC) sobre cero.

Cuando la temperatura ambiente se aproxime a los cinco grados centígrados (5ºC), el Contratista tomará las siguientes precauciones:

- Se protegerán los tajos recientemente hormigonados con toldos soportados por caballetes, colocados bajo ellos las fuentes de calor necesarias para mantener en cualquier punto del tajo una temperatura superior a ocho grados centígrados (8ºC) en un ambiente saturado de humedad para lo que se colocará el suficiente número de cubetas con agua. En ningún caso las fuentes de calor estarán en contacto con el hormigón ni tan cercanas que provoquen desecaciones locales.
- Se establecerá una nueva fecha de desencofrado en función del endurecimiento alcanzado por el hormigón.

Cuando sea necesario hormigonar con temperatura inferior a cinco grados centígrados (5ºC) se tomarán las siguientes precauciones para la fabricación de las masas:

- Se rechazarán los áridos helados o con hielo o escarcha superficial.
- Se calentará el agua de amasado hasta una temperatura máxima de cincuenta grados centígrados (50ºC) cuidando que en el dosificador no se alcancen temperaturas superiores a cuarenta grados centígrados (40ºC).
- Se tomarán las medidas necesarias para que la temperatura del hormigón fresco en el momento de ser colocado en el tajo seco sea superior a diez grados centígrados (10ºC).

Todas las operaciones y medios auxiliares, etc., necesarios para la cumplimentación de los requisitos indicados en este apartado o en el CE son por cuenta del Contratista.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas del hormigón fresco. Eventualmente, la continuación de los trabajos en la forma en que se proponga, deberá ser aprobada por el Director de la Obra o persona en quien delegue.

3.35 Control de las características de los hormigones

El Contratista vendrá obligado a que los hormigones sean sometidos a los ensayos que la Dirección de Obra estime necesarios, para ejercer el debido control de sus características.

El Contratista deberá efectuar ensayos característicos de control a nivel normal y de información en su caso, de acuerdo con el artículo 52 del CE.

El Director de Obra podrá ordenar, si lo estima oportuno, realizar las pruebas de cargas pertinentes, a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos.

Asimismo la Dirección de Obra podrá ordenar tomas de muestras de los hormigones una vez ejecutados.

El coste de los ensayos de hormigones a nivel de control normal y los ensayos de información en su caso, serán por cuenta del Contratista, quedando incluidos en el costo de los ensayos de control de materiales y control de procedimientos de ejecución que encargue directamente la Dirección de Obra, hasta un máximo de uno por ciento (1%) del presupuesto de adjudicación, que se considera incluido en los precios ofertados.

3.36 Suelo seleccionado

La capa de suelo seleccionado no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se va a extender.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión del suelo seleccionado, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias

para evitar segregaciones y contaminaciones. Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en dos tongadas de 25 cm.

Las medidas de compactación serán las adecuadas para que, con el espesor de la tongada, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo "Próctor Modificado" según la Norma NLT 108/98, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuación de equipos de compactación, según los ensayos realizados en el tramo de prueba.

Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después, la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente.

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá rebasar a la óptima en más de un 1 por ciento (1%), se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada más adelante en este mismo Artículo. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán con medios adecuados a cada caso, de forma que las densidades que se alcancen cumplan las especificaciones exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

3.37 Zahorras artificiales

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en el presente pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este pliego.

El procedimiento de preparación del material, deberá garantizar el cumplimiento de las condiciones granulométricas y de calidad exigidas. Ello exigirá normalmente, la dosificación en central. Sin embargo, cuando la Dirección de obra lo autorice, podrá efectuarse la mezcla “in situ”.

Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la extensión de ésta. Los materiales previamente mezclados serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación con contaminación en tongadas de espesor uniforme, lo suficiente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el grado de compactación exigido.

La zahorra artificial se extenderá con motoniveladora o con extendedora.

Después de extendida la tongada, se procederá, si es preciso, a su humectación. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación de la zahorra artificial mediante compactadores de neumáticos y/o rodillos vibratorios y se continuará hasta alcanzar una densidad mínima que corresponda al cien por cien (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado.

El ensayo Proctor modificado se realizará según la Norma NLT-108/72.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa de zahorra artificial.

Se admite que el control de la compactación se lleve a cabo mediante técnicas de isótopos radiactivos, siempre y cuando el Director de la obra haya aprobado expresamente y con carácter previo las correlaciones que se han de establecer al efecto.

Realizado el ensayo de carga con placa, el módulo E2 no será inferior en ningún caso a ochenta megapascales (80 Mpa). Por su parte, la relación E2/E1 no debe ser superior a dos (2).

El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro y solapándose en cada recorrido un ancho no inferior a un tercio (1/3) del elemento compactador. El acabado final se efectuará utilizando rodillos estáticos.

Se extraerán muestras para comprobar la granulometría y si ésta no fuera la correcta, se añadirán nuevos materiales o se mezclarán los extendidos, hasta que cumpla la exigida.

No se extenderá ninguna tongada en tanto no hayan sido realizadas la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

Cuando la zahorra artificial se componga de materiales de distintas características o procedencias y se haya autorizado la mezcla “in situ”, se extenderá cada uno de ellos en una capa de espesor uniforme, de forma que el material más grueso ocupe la capa inferior y el más fino, la superior. El espesor de cada una de estas capas, será tal que al mezclarse todas ellas, se obtenga una granulometría que cumpla las condiciones exigidas. Estas capas se mezclarán con niveladoras, rastras, gradas de discos, mezcladoras rotatorias u otra maquinaria aprobada por la Dirección de Obra, de manera que no se perturbe el material de las subyacentes. La mezcla se continuará hasta conseguir un material uniforme, el cual se compactará con arreglo a lo expuesto anteriormente.

Se dispondrán estacas de refino, niveladas a las cotas fijadas en los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), y se comparará la superficie acabada con la teórica que pasa por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los planos para la capa de zahorra artificial.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de veinte milímetros (20 mm). Comprobada la superficie acabada con regla de 3 m, las irregularidades no sobrepasarán en ningún punto los diez milímetros (10 mm).

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas, se corregirán por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de Obra.

Las capas de zahorra artificial se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2º C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El Contratista será responsable de los datos originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones de la Dirección de Obra.

3.38 Emulsiones bituminosas

- Puesta en obra:

Preparación de la superficie existente.

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con lo indicado en este Pliego, o en su defecto, con las instrucciones del Director de las Obras.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por el Director de las Obras, para eliminar el árido de cobertura (riegos de curado o de imprimación), en su caso, y posible suciedad o materiales sueltos o débilmente adheridos.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de ligante que hubiese, y se repararán los deterioros que pudieran impedir una correcta adherencia.

Aplicación de la emulsión bituminosa.

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante.

La extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de las mismas.

- Especificaciones de la unidad terminada.

La adherencia entre dos capas de mezcla bituminosa, o entre una de mezcla bituminosa y una de material tratado con conglomerante hidráulico, evaluada en testigos cilíndricos mediante ensayo de corte (norma NLT-382), será superior o igual a seis décimas de megapascal (≥ 0,6 MPa), cuando una de las capas sea de rodadura, o a cuatro décimas de megapascal (≥ 0,4 MPa) en los demás casos.

- Limitaciones de la Ejecución.

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (> 10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que se haya producido la rotura de la emulsión bituminosa, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia hasta que se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada.

- Control de Calidad.

Control de procedencia de la emulsión bituminosa.

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3, sobre recepción e identificación.

Control de calidad de la emulsión bituminosa.

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3, sobre el control de calidad.

Control de ejecución.

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La superficie regada diariamente.

En cualquier caso, el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

En cada lote, se comprobará la dotación media de ligante residual, disponiendo durante la aplicación del riego, bandejas metálicas, de silicona o de otro material apropiado, en no menos de tres puntos de la superficie a tratar. En cada uno de estos elementos de recogida se determinará la dotación, mediante el secado en estufa y pesaje.

Control de recepción.

En cada lote definido en el epígrafe anterior, una vez extendida la capa de mezcla bituminosa superior, se extraerán tres (3) testigos en puntos aleatoriamente situados, según lo especificado en los epígrafes 542.9.4 o 543.9.4 y se evaluará en ellos la adherencia entre capas mediante ensayo de corte norma NLT-382).

- Criterios de Aceptación.

La dotación media del ligante residual en cada lote no deberá diferir de la prevista con una tolerancia de un quince por ciento (15%) en exceso y de un diez por ciento (10%) por defecto. Adicionalmente, no se admitirá que más de un (1) individuo de la muestra ensayada presente resultados que excedan de los límites fijados. El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

El valor medio obtenido en cada lote para la adherencia entre capas, no deberá ser inferior al valor especificado en el apartado 531.6 del PG-3. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá tener un valor inferior al especificado en más de un veinticinco por ciento (25%).

Si la adherencia media obtenida es inferior a la especificada en el apartado 531.6 del PG-3, se procederá de la siguiente manera:

- Si resulta inferior al noventa por ciento (< 90%) del valor previsto, se fresará la capa de mezcla bituminosa superior correspondiente al lote controlado y se repondrá el riego de adherencia y la mencionada capa por cuenta del Contratista.
- Si resulta superior o igual noventa por ciento (≥ 90%) del valor previsto, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) de la mezcla bituminosa superior.

3.39 Firme de mezcla bituminosa

- Características y condiciones de ejecución

Acopio de los áridos.

Los áridos se suministrarán en fracciones granulométricas separadas con un mínimo de cuatro fracciones que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de empezar la fabricación se deberá tener acopiados la totalidad de los áridos en el caso de obras pequeñas (volumen total de áridos inferior a 5.000 m3) o el treinta por ciento (30%) en el resto de las obras

Preparación de la superficie existente.

La mezcla bituminosa no se extenderá hasta que se haya aceptado las especificaciones geométricas y cualitativas de que la capa subyacente.

Fabricación de la mezcla.

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla continua o discontinua, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, para una producción igual o superior a 100 tm/h.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo. En la calefacción del ligante se evitará en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperaturas superiores a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistos de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

Las tolvas para áridos en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar contaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no deberá ser inferior a cuatro (4). Estos silos deberán asimismo estar provistos de dispositivos ajustables de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste. En las centrales de mezcla continua con tambor secador - mezclador el sistema de dosificación deberá se pondera, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos; y deberá tener en cuenta la humedad de éstos, para poder corregir la dosificación en función de ella; en los demás tipos de central bastará con que tal sistema sea volumétrico.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se atenga a lo fijado en la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación aplicable.

La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estar protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador deberán estar provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente de capacidad acorde con su producción en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlas. Estos silos deberán tener paredes resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar contaminaciones, con un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de dosificación. Un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, deberá avisarle cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado. Cada silo deberá permitir tomar muestras de su contenido, y su compuerta de desagüe deberá ser estanca y de accionamiento rápido. La central deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, con sensores a la salida del secador y, en su caso, en cada silo de áridos en caliente.

Las centrales de mezcla discontinua deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya exactitud sea superior al medio por ciento (60,5%), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya exactitud sea superior al tres por mil (0,3%).

El ligante hidrocarbonado deberá distribuirse uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlen su entrada no deberán permitir fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante hidrocarbonado deberá poder calibrarse a la temperatura y presión de trabajo; en las centrales de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de áridos y polvo mineral. En las centrales de mezcla continua con tambor-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del ligante hidrocarbonado y que ésta se realice de forma que no exista riesgo de contacto con la llama ni de someter el ligante a temperaturas inadecuadas.

En el caso de que se prevea la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlas con exactitud suficiente, a juicio del Director de las obras.

Si la central estuviera dotada de una tolva de almacenamiento de la mezcla bituminosa en caliente, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los elementos de transporte.

Transporte de la mezcla.

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendedora en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

Extensión de la mezcla.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones, arrastres, y con un espesor tal, que una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible acordando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquélla no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario se ejecutará una junta transversal.

Compactación de la mezcla.

La compactación deberá realizarse de manera continua y longitudinalmente sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizase por franjas, al compactar una de ellas se deberá ampliar la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior. Podrán utilizarse compactadores de rodillos metálicos estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixtos y un (1) compactador de neumático.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, con inversores de marcha suaves, y estar dotado de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

Limitaciones de la ejecución.

Salvo autorización expresa del Director de las obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente. Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5 º C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm.), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius (8º C). Con viento intenso, después de heladas o en tableros de estructuras, el Director de Obra podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos. Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

Terminada su compactación podrá abrirse a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la temperatura ambiente.

3.40 Colocación de vallado

El vallado se colocará en los lugares indicados en los planos del Proyecto, dejando los anclajes embebidos en el hormigón, de forma que puedan unirse.

Una vez recibidos en obra el material, se procederá a la colocación definitiva en los lugares que determine la Dirección de los trabajos. Todos los elementos metálicos que conforman el sistema (elementos de fijación: pernos de anclaje, tornillos, tuercas, cadenas, grilletes, etc.) deberán estar protegidos contra la corrosión.

3.41 Colocación y montaje de tubos

Las conducciones discurrirán, en general, en zanja bajo terrenos la profundidad de la zanja será tal que sobre la generatriz superior de tubo quede un recubrimiento suficiente. La conducción quedará sobre cama de arena, y la profundidad total de la zanja los estipulada en los planos de perfil.

La anchura de la zanja debe ser la necesaria para que los operarios trabajen en buenas condiciones, para el caso particular del proyecto, en función del tramo de la tubería.

La tubería se colocará en la zanja en la forma que se indica más adelante, prohibiéndose la colocación excesiva de tubería sin proceder al relleno, para protegerlas de posibles golpes y variaciones de temperatura.

El relleno se efectuará recubriendo previamente el tubo con una capa de arena, compactada al 98% P.M, hasta una altura de 30 cm. sobre la generatriz superior del tubo; procediéndose a continuación, una vez rasanteada, al relleno aprisionados a mano o mecánicamente, hasta alcanzar una densidad del 98% en el ensayo Próctor Modificado.

Una vez los tubos estén colocados en el fondo de la zanja, se examinarán para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, etc.; a continuación, se procederá a su centrado y alineación, conseguido lo cual, se calzarán y acordonarán con un poco de materiales de relleno para impedir su movimiento.

Se procurará que el montaje de los tubos se realice en sentido ascendente en tramos de longitud no superior a 100 m.

3.42 Canalizaciones eléctricas de baja tensión

El presente artículo tiene por finalidad establecer las características técnicas que debe reunir en su construcción las canalizaciones en galería registrable y las zanjas destinadas a alojar, entre otros, el cableado encargado de transportar fluido eléctrico, partiendo desde los diferentes puntos de entronque hacia los puntos de consumo en baja tensión.

Se entiende por Baja Tensión aquella cuyo valor eficaz entre fases es igual o inferior a 1 kV. En el presente artículo se entiende que el valor eficaz entre fases en las redes a que se refiere es siempre de 230/400 V.

- Materiales

Todos los materiales utilizados en las redes habrán de ser de la mejor calidad en su clase respectiva, salvo que se especifique expresamente una marca. Cuando un material se especifique por su marca se considera como el más satisfactorio para su finalidad en la instalación. Podrá, no obstante, sustituirse por cualquier otro producto o material de iguales características, siempre que se autorice por el Director de Obra.

Cuando no se especifique marca, el Contratista podrá elegir aquella que le merezca más garantía, pero antes de proceder a su acopio o instalación, deberá proponerla a la Dirección de Obra para su aprobación.

- Conductores

Los conductores a emplear en las redes subterráneas de baja tensión serán unipolares, de cobre homogéneo, de campo radial, de tensión de aislamiento 0,6/1 kV con designación RZ1-K (AS).

Las secciones a emplear serán idénticas a las actualmente existentes, con un mínimo de 6 mm², teniendo que cumplir con la intensidad de corriente y la caída de tensión máximas admisibles según establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente.

La cubierta exterior del cable será polietileno rígido de doble pared de color negro. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada treinta (30) centímetros, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal como se establece en las Normas UNE 21123 y RU-3305.

En todos los casos los conductores reunirán las características que para ellos establecen las Normas UNE 21002 y 21123.

- Características y condiciones de ejecución

Las canalizaciones para baja tensión estarán formadas por baterías de tubos de polietileno corrugado de doble pared, de 160 mm de diámetro exterior, suministrado en barras de 6 metros.

La canalización se dispondrá en una galería según las dimensiones recogidas en los planos. En este tipo de canalizaciones, los cables estarán colocados sobre bandejas o palomillas.

3.43 Canalizaciones eléctricas media tensión

El presente artículo tiene por finalidad establecer las características técnicas que debe reunir en su construcción las canalizaciones en galería registrable y zanjas destinadas a alojar el cableado encargado de transportar fluido eléctrico en media tensión.

Se entiende por media tensión aquella cuyo valor eficaz entre fases está comprendido entre 1 y 30 kV. En el presente artículo se entiende que el valor eficaz entre fases en las redes a que se refiere es siempre de 20 kV.

- Materiales

Todos los materiales utilizados en las redes habrán de ser de la mejor calidad en su clase respectiva, salvo que se especifique expresamente una marca.

Cuando un material se especifique por su marca se considerará como el más satisfactorio para su finalidad en la instalación. Podrá, no obstante, sustituirse por cualquier otro producto o material de iguales características, siempre que se autorice por el Director de Obra.

Cuando no se especifique marca, el Contratista podrá elegir aquella que le merezca más garantía, pero antes de proceder a su acopio o instalación, deberá proponerla a la Dirección de Obra para su aprobación.

3.44 Instalaciones de valvulería y piezas especiales

Válvulas

La instalación de válvulas para el aislamiento de diversos tramos de tubería, consta del montaje de dos conjuntos de brida – portabrida, dependiendo del caso, entre dos tubos de polietileno. Embridada a éstos se dispone la válvula de compuerta de fundición dúctil. La disposición de la pieza especial con una holgura determinada por el fabricante, de forma que no sufra menoscabo la estanqueidad de la tubería, permite la no instalación de carrete de montaje.

Resto de accesorios.

El acoplamiento de accesorios (uniones en T, codos, reducciones…) a las redes hidráulicas será a mediante bridas atornilladas provistas de la correspondiente junta, lo que requiere de la instalación de conjuntos de brida portabrida para permitir el acoplamiento a las tuberías de polietileno.

Se colocarán obligatoriamente macizos de anclaje en todos los codos o cambios bruscos de dirección de la tubería, aun cuando éstos no estuviesen específicamente señalados en los Planos. Las dimensiones y peso serán las adecuadas en función de la velocidad y altura de presión de cada tramo de tubería.

Estos macizos de anclaje, deberán construirse una vez montados los tubos y las piezas especiales, vertiendo el hormigón entre las paredes de las zanjas y la parte lateral e inferior de los tubos.

En ningún caso, el hormigón deberá interferir en las juntas de las piezas, perturbando su posible reparación.

Los accesorios estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las paredes exteriores o interiores queden regulares y lisas, y tendrán sello de calidad AENOR o similar.

Los tubos y demás elementos de las instalaciones estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las paredes exteriores o interiores queden regulares y lisas, y tendrán sello de calidad AENOR o similar.

Una vez terminada la instalación se realizarán, en el momento oportuno, las correspondientes pruebas de funcionamiento, las cuales deberán ser plenamente satisfactorias a juicio de la Dirección Técnica. Se comprobará especialmente la estanqueidad, tanto en los propios elementos como de las juntas de conexión, a una presión de prueba indicada para la tubería.

3.45 Arquetas eléctricas

Las arquetas utilizadas para registro y derivación serán de las características y dimensiones indicadas en los planos. Aquellos elementos de instalación, tales como bancadas de transformadores (con o sin capacidad para recogida de aceite), zanjas o canaletas registrables, etc., dentro de edificios formaran parte de los documentos e información de dichos edificios.

Los materiales que componen cada arqueta cumplirán con lo que al respecto se indique en los planos.

Las obras se realizarán conforme a lo indicado en los planos. Se colocaran en el lugar indicado en los planos, o donde indique el Ingeniero Director, en caso de nuevo replanteo.

Las arquetas, se medirán por unidad totalmente terminada, incluyendo la excavación y elementos accesorios.

Las arquetas se abonarán según los precios unitarios establecidos en el cuadro de precios para cada tipo de arqueta.

La recepción de los materiales de este epígrafe, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE indicadas en la NYEIER/1984: "Instalaciones de electricidad: red exterior".

Cuando el material o equipo llega a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizara comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de electricidad: red exterior".

3.46 Zanjas para cables

Las zanjas para cables cumplirán con lo indicado en los planos y los siguientes principios generales:

- El Contratista someterá a la aprobación del ingeniero Director los planos de detalle que muestren el método de construcción propuesto.

- Las excavaciones se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y perfilado que conste en el proyecto o que indique el Ingeniero Director de las obras.
- Se marcará sobre el terreno la situación y límites de las zanjas que no deberán exceder de los que han servido de base para la formación del proyecto.
- Cuando se precise levantar el pavimento existente, se seguirán las indicaciones del Ingeniero Director, con conocimiento de éste.
- Todas las excavaciones de zanjas en tramos de vías en terraplén, se ejecutarán una vez realizado el terraplén hasta su cota definitiva.
- Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenara el Ingeniero Director de las obras.
- Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas, establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
- No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones, sin previo reconocimiento de las mismas y autorización escrita del Ingeniero Director de las obras.
- Los excesos de excavación se suplementarán con hormigón de débil dosificación de cemento.

Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro (1 m) del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.

La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes:

Rectificado del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior, debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por ciento (95%) de la Proctor normal.

La tierra vegetal procedente de la capa superior de las excavaciones, no podrá utilizarse para el relleno de las zanjas, debiendo transportarse a vertedero. En todo caso, el Ingeniero Director fijara el límite de excavación a partir del cual, la tierra excavada podrá conservarse en las proximidades de las zanjas para ser utilizadas en el relleno de las mismas.

Las zanjas para tubo o cables eléctricos se medirán por m³, totalmente terminadas incluyendo, el relleno posterior y la retirada de elementos sobrantes.

Las zanjas para tubos o cables eléctricos se abonarán según los precios unitarios establecidos en el cuadro de precios para cada tipo de zanja.

3.47 Red de tierras

Los sistemas de puesta a tierra a instalar serán los siguientes:

- Sistema de puesta a tierra de M.T.

- Sistema de puesta a tierra de transformador.

- Sistema de puesta a tierra de B.T. (general).

La ejecución de los diferentes sistemas de red de tierras, se realizará de acuerdo a las indicaciones de este pliego de condiciones y a las reglamentaciones existentes, tanto en Baja como en Media Tensión También deberán seguirse durante la ejecución de las obras, las normas que dicte la Compañía Suministradora de Electricidad.

En caso de no conseguirse la resistencia de puesta a tierra que marcan los reglamentos y normas para cada sistema, se deberá dar al terreno una preparación a base de sal y carbón hasta conseguir la resistencia deseada.

Después de construida la instalación de tierra de cada sistema, se harán comprobaciones y verificaciones precisas "in situ" y se efectuarán los cambios necesarios para cumplir las prescripciones generales de seguridad, aprobadas en las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación, en el REBT y en MIE-RAT-13.RAT.

Sistema de puesta a tierra M.T.

Todo el sistema de MT se pondrá a tierra mediante conductor de cobre, al que se conectaran cabinas, bastidores y todos aquellos elementos que sea preceptivo hacerlo y que formen parte del sistema MT asegurando que los valores de tensión de paso y de contado cumplan con el MIERAT-13.

Sistema de puesta a tierra de B.T.

Todos los cuadros de baja tensión se pondrán a tierra mediante conductor de cobre desnudo, que se conectara a la red general de tierras del edificio mediante soldadura aluminotérmica y arquetas de conexión.

La red general de puesta a tierra del edificio estará formada por una malla de cobre, enterrada directamente en el suelo, al que se conectaran mediante soldaduras aluminotérmicas y cables de cobre desnudo, todos los pilares y pantallas de la estructura.

A esta red se conectarán, igualmente, todas las masas metálicas que formen parte de las instalaciones del edificio.

Si la malla no diese por si misma una buena resistencia de tierra, deberá complementarse con la instalación de picas, hasta conseguir la resistencia de tierra reglamentada.

La red de tierras se medirá por unidades o metro lineal, totalmente instalados, según se trate de picas y arquetas o de cables, incluyendo todos los elementos accesorios.

La red de tierras se abonará según los precios unitarios establecidos en el Cuadro de Precios para este sistema.

La recepción de los materiales de este epígrafe, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE indicadas en la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de Electricidad: Puesta a tierra" y en la NTE -IET/1983: "Instalaciones de Electricidad: Centro de transformación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizara comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: puesta a tierra" y en la NTE-IET/1983: "Instalaciones de electricidad: Centros de Transformación".

3.48 Instalaciones interiores de BT

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como

mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan. Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento
MBTS o MBTP	250	>= 0,25

<= 500V	500	>= 0,50
> 500 V	1000	>= 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.
Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto,

después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 ºC en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.49 Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 0,6/1 kV. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión

máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos. En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.

- Formación: unipolares.

Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).

- Tensión de prueba: 2.500 V.

- Instalación: bajo tubo.

- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).

- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.

- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

- Tensión de prueba: 4.000 V.

- Instalación: al aire o en bandeja.

- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 ºC será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 ºC. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm2 deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Dimensionado.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se eligirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a lasuma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.50 Instalación de alumbrado

3.50.1 Consideraciones generales

Las instalaciones eléctricas de Alumbrado Exterior serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 59/2005 e Instrucciones Técnicas

Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Todas las obras se ejecutarán conforme a los planos y documentos del proyecto, sin perjuicio de las variaciones que, en el momento del replanteo, o durante la realización de los trabajos, introduzca la Dirección Facultativa de la obra.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

3.50.2 Comprobaciones iniciales

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación eléctrica de Alumbrado Exterior, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada ésta según REBT y normas particulares de la compañía suministradora.

3.50.3 Acometida

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 40 cm del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de estar entubada, irá obligatoriamente hormigonada, instalándose además como mínimo un tubo de reserva.

Los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 30 cm sobre el nivel del suelo o en una arqueta

registrable que garanticen, en ambos casos, la continuidad, aislamiento y estanqueidad del conductor.

Los cables serán suministrados en bobinas de madera, y su carga y descarga sobre camiones o remolques apropiados se hará siempre mediante una barra adecuada que pasa por el orificio central de la bobina. Bajo ningún concepto se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Antes de comenzar el tendido del cable en la canalización, se estudiará el lugar más adecuado para la colocación de la bobina con objeto de facilitar el tendido.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante el tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

El tendido del cable podrá efectuarse a mano o mediante cabrestante, tirando del extremo al que se le habrá adaptado una camisa adecuada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no deba pasar el indicado por el fabricante del mismo.

En caso de tendido con cabrestante será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción, y con dispositivo de desconexión del motor del cabrestante cuando la tracción alcance el valor máximo permitido. Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o raspaduras. En las arquetas, para evitar los roces y raspaduras con el principio de las canalizaciones, se instalarán rodillos especiales que obliguen al conductor a ir centrado a la entrada.

Sólo de manera excepcional, se autorizará desenrollar el cable fuera de la canalización, siempre bajo vigilancia directa de la Dirección Facultativa de la Obra.

3.50.4 Soportes de luminaria

Se instalarán mediante camión-grúa y se tendrá en cuenta su perfecto aplomado.

Se tomarán todas las precauciones durante su instalación para no dañarlos ni variar la inclinación de su brazo, en caso de que sufriesen abolladuras será la Dirección Facultativa de la obra la que decida si se reparan o sustituyen.

3.50.5 Luminarias

Los conductores de alimentación a la luminaria instalados por el interior de los báculos y columnas, deberán ser soportados mecánicamente por la luminaria, no admitiéndose que cuelgue directamente del balastro especial. A tal fin, la luminaria deberá estar dotada de un aprietahilos adecuados al caso.

Todas las piezas metálicas de la luminaria y equipo de la misma estarán conectadas a la red de tierra de alumbrado. Esta conexión se realizará mediante uno de los conductores del cable que, partiendo de la caja de paso y derivación, conecta las luminarias. Las luminarias se instalarán con la inclinación marcada en el proyecto.

3.50.6 Cuadro de alumbrado

Los cuadros de mando y protección de Alumbrado se ubicarán en sitio visible y accesible, lo más cercano posible a los Centros de Transformación de la empresa suministradora.

El montaje de los distintos aparatos se efectuará en armario de tamaño adecuado a los elementos a alojar en su interior, dejando un 25% de más en reserva a posibles reformas o ampliaciones y dispondrán de cierre de seguridad con anclaje a tres puntos.

Todas las conexiones eléctricas se realizarán por la parte posterior con terminales en todos los puntos del cable. Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

El accionamiento del encendido será automático, teniendo así mismo la posibilidad de ser manual, actuando sobre el circuito de fuerza mediante interruptor. El encendido automático se podrá gobernar mediante reloj astronómico, programando la reducción de flujo luminoso con un reloj de media noche que puede estar incorporado al programa del reloj astronómico, por célula fotoeléctrica o por control remoto.

3.50.7 Tomas de tierra

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

Se instalarán junto a los cuadros de distribución de Alumbrado y en los puntos indicados en el Proyecto, en todos los circuitos de Alumbrado .

En las redes de tierra se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Todas las partes metálicas de los soportes de las luminarias estarán conectadas a tierra.

Una vez efectuada la instalación de las tomas de tierra y conectadas las columnas a las líneas de alumbrado, se efectuará una medición del conjunto por cada línea.

La resistencia máxima de puesta a tierra será tal que a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier condición y época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros, etc.)

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante grapas, terminales, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente de tipo protegido contra la corrosión.

3.50.8 Control de aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Conductores:

Unidad y frecuencia de inspección: cada bobina.

Estado de la bobina de conductores.

- Radios de curvatura en montaje

Soportes de Luminarias o Columnas:

Unidad y frecuencia de inspección: cada unidad

Situación, características.

- Aplomado del soporte.
- Conductores sin empalmes en el interior de las columnas o brazos. Sección de conductores
- Protecciones suplementarias de material aislante en los conductores, en puntos de entrada de cables al interior.
- Conexión de los terminales.
- Conexión a tierra.

Luminarias:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Características (Marca y modelo. Potencia eléctrica. Factor de potencia por luminaria. Tipo de lámpara. Nivel de iluminación en lúmenes. Características especiales de la luminaria. Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos).
- Inclinación.
- Conexión de los conductores.
- Conexión a tierra de partes metálicas.

Acometida:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Subterránea: Longitud, trazado, radios de curvatura, Tipo de tubo. Apertura, cierre y dimensiones de zanjas (ancho y profundidad). Cruzamientos y paralelismo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores. Tendido de cables (manual o mecánico), empalmes, protecciones mecánicas. Señalización. Identificación de conductores.
- Aérea: Trazado, Apoyos y cimentación en red aérea. Tipos y características de los apoyos empleados. Cruzamiento, proximidades y paralelismo. Ejecución del tendido, Tratamiento de Bobinas de cables. Tipo de tensado (manual o mecánico), Empalmes. Apoyos y cimentaciones.

Cuadro:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Cuadro general de mando y protección de alumbrado exterior: situación, envolvente, alineaciones, fijación. Características de los sistemas de encendido (célula fotoeléctrica, reloj astronómico, etc.).
- Conexión a tierra.

Conexiones.

Puesta a Tierra:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Existencia de electrodo de tierra, dimensiones.

Pruebas de servicio:

Resistencia al aislamiento:

Unidad y frecuencia de inspección: por instalación

De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

- Medición de resistencia máxima de puesta a tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras. Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

3.51 Excavaciones a cielo abierto

Las excavaciones de todas las clases se harán con arreglo a los planos de ejecución y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene la Dirección de Obra por escrito. Todo exceso de excavación que el Contratista realice sin autorización escrita de ésta Dirección, ya sea por error del personal o por cualquier defecto en la técnica de su ejecución, deberá rellenarse con terraplén o con el tipo que considere conveniente la Dirección de Obra, en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Si para evitar excesos de excavación o por seguridad en el trabajo fuese indispensable realizar apeos o entibaciones, la Dirección de Obra podrá ordenar su ejecución, siendo ésta por cuenta y riesgo del Contratista.

Los productos de excavación no empleados en rellenos de obras, serán transportados y vertidos en los lugares destinados a vertederos de escombros.

Queda prohibido dejar maderas, procedentes de entibaciones, andamios o encofrados entre las paredes de las excavaciones y las obras de fábrica a ellas adosadas únicamente se permitirán en los casos autorizados expresamente y por escrito por la Dirección de Obra.

El Contratista, adoptará los medios necesarios para dar salida o achicar el agua que surja en las excavaciones, siendo dichos medios por cuenta y riesgo del Contratista.

3.52 Estructura de marquesinas

Las mesas metálicas del parque solar estarán formadas por elementos de acero estructural galvanizado, seleccionados conforme a las normas europeas de aplicación y a las especificaciones técnicas indicadas en los informes de diseño y ensayos de tracción y hinca.

Perfiles metálicos

Los elementos estructurales principales (postes hincados, dinteles y correas) estarán fabricados con **acero estructural conformado en frío o laminado**, de **calidad mínima S275** según la norma **UNE-EN 10025-2,** o **S350GD + ZM430** conforme a la **UNE-EN 10346**, en función del sistema empleado. El recubrimiento **zinc-magnesio (ZM310–ZM430)** o la **galvanización en caliente (≥ 85 µm)** garantizan la protección frente a la corrosión en ambientes equivalentes a **categoría C4 según UNE-EN ISO 12944,** adecuada para entornos exteriores rurales y urbanos moderadamente húmedos.

Los perfiles serán de tipología **abierta tipo Z**, con espesores entre **2,0 y 3,0 mm**, en función de su posición estructural (poste, dintel o correa) y de las solicitaciones obtenidas en el cálculo. La conformación se realizará en frío, con control dimensional y de recubrimiento conforme a la norma **EN 1090-2** para ejecución de estructuras metálicas.

Tornillería y fijaciones

La tornillería será **galvanizada** o con recubrimiento de **alta resistencia tipo Delta Protekt o equivalente**, conforme a las normas **DIN 933 / ISO 4017** y **UNE-EN ISO 898-1**, con calidad **8.8 o superior**.

Las **fijaciones de los módulos fotovoltaicos** a las correas se realizarán mediante **presores intermedios y terminales** de aluminio extruido anodizado o acero galvanizado, compatibles con los espesores de marco de los módulos, garantizando su comportamiento ante dilataciones térmicas y cargas de viento y nieve.

Tratamiento anticorrosión y durabilidad

Todos los elementos metálicos estructurales y de fijación dispondrán de **protección anticorrosiva** garantizando una **vida útil mínima de 25 años**, conforme a los criterios de durabilidad establecidos en el **Código Estructural (Art. 37 y Art. 95).** En las zonas de corte o mecanizado se aplicará una **pintura de retoque rica en zinc**, con espesor ≥ 100 µm, asegurando la continuidad del sistema protector.

Cimentación

La cimentación de las mesas solares se resuelve mediante un sistema de hinca directa de postes metálicos al terreno, sin uso de hormigón, lo que proporciona una instalación más rápida, reversible y con mínima afección al terreno natural. Este tipo de cimentación es habitual en parques solares sobre terreno, y permite garantizar la estabilidad estructural mediante la propia resistencia del terreno a compresión, tracción y esfuerzos laterales.

Los postes se hincan directamente al terreno, con o sin perforación previa (predrilling), en función de la naturaleza litológica del suelo. La hinca se realiza directamente mediante martinete hidráulico o neumático, controlando la verticalidad mediante plantilla guía. Si existe presencia de bolos se podrá practicarse un predrilling hasta una profundidad de 1,5–1,8 m, reponiendo posteriormente el material extraído antes de la hinca final.

El conjunto de los postes metálicos actúa como cimentación individual por hinca, resistiendo esfuerzos combinados de compresión, tracción y cortante lateral, transmitidos por el dintel y las correas de la mesa fotovoltaica.

Profundidades de empotramiento

Las profundidades objetivo de hinca se han definido en función de las solicitaciones estructurales, las reacciones obtenidas en el cálculo y la tipología de terreno identificada en la campaña geotécnica. De forma general, se adoptan los siguientes valores de proyecto:

- Poste delantero: profundidad de hinca máxima $h \leq 1{,}50$ m desde rasante.
- Poste trasero: profundidad de hinca máxima $h \leq 1{,}80$ m desde rasante.

Estas profundidades proporcionan un empotramiento suficiente frente a las acciones de viento y momentos de vuelco, garantizando la estabilidad del conjunto sin necesidad de refuerzos adicionales. No obstante, las profundidades finales se ajustaran en obra en función de los resultados de los ensayos de tracción (Pull-Out Test) y del comportamiento observado durante la hinca.

Ensayos de verificación (POT – *Pull-Out Test*)

Con el objetivo de verificar la capacidad portante real del sistema de hinca, se realizará una campaña de ensayos POT (Pull-Out Test), de acuerdo con los procedimientos habituales en estructuras fotovoltaicas biposte.

Los ensayos se ejecutarán sobre un número representativo de postes hincados, con instrumentación de control (dinamómetro y reloj comparador o sistema óptico), registrando los desplazamientos verticales y laterales en función de la carga aplicada. El procedimiento se desarrollará mediante cargas escalonadas hasta alcanzar los valores de diseño obtenidos en el cálculo estructural expuesto a continuación

Reacciones en la pata delantera

- Tracción máxima (Rz, desfavorable): 7,09 kN.
- Compresión máxima (Rz, favorable): 22,53 kN.
- Corte lateral (Ry): 3,08 kN.
- Momento flector en base (Mx): hasta 5,28 kN·m.

Estas magnitudes indican que la pata delantera trabaja principalmente a compresión vertical, pero puede experimentar tracciones locales bajo combinaciones desfavorables de viento (succión sobre módulos y presión negativa en intradós). El esfuerzo lateral es moderado y corresponde al empuje del viento paralelo a la superficie inclinada de los paneles.

Reacciones en la pata trasera

- Tracción máxima (Rz, desfavorable): 11,76 kN.

- Compresión máxima (Rz, favorable): 26,10 kN.
- Corte lateral (Ry): 9,99 kN.
- Momento flector en base (Mx): hasta 3,31 kN·m.

Se representarán las curvas carga–desplazamiento para evaluar la rigidez del conjunto y la disipación elástica tras la descarga.

Los criterios de aceptación para este tipo de cimentaciones se establecen de acuerdo con los rangos comúnmente empleados en informes POT de estructuras solares biposte, siendo:

- Carga lateral: desplazamiento ≤ 30 mm bajo la carga de ensayo y ≤ 25 mm tras la descarga.
- Carga de tracción: desplazamiento ≤ 20 mm bajo la carga de ensayo y ≤ 10 mm tras la descarga.

Estos valores de referencia aseguran que la cimentación mantenga un comportamiento predominantemente elástico, sin plastificación ni pérdida de capacidad portante. La campaña de ensayos deberá documentar los resultados obtenidos y su conformidad con estos criterios.

3.53 Pintura sobre estructuras metálicas

La pintura a utilizar para proteger los perfiles estructurales, chapas y tornillos tendrá el grado de protección mínimo equivalente a una categoría de corrosividad atmosférica C5M según la norma UNEEN ISO 12944, para una durabilidad alta (más de 15 años).

La preparación de superficies será mediante chorro abrasivo de grado mínimo Sa 2 ½. Según ISO 8501-1:2007, con un perfil de rugosidad equivalente al Rugotest nº3, N9a a N10, preferiblemente BN9a a BN10, Keane-Tator Comparator, 2,0 G/S o ISO Comparator, medio (G).

El tratamiento de la estructura será según un esquema formado por tres capas del mismo producto, auto-imprimante epoxi de dos componentes con espesores de 100, 120 y 120 micras respectivamente, sin la necesidad de aplicar una capa de acabado en las partes de estructura no expuesta al exterior. En caso de ser necesaria la aplicación de una capa de acabado, ésta será en poliuretano alifático de 50 micras de espesor mínimo.

La aplicación de la pintura se llevará a cabo preferentemente en taller, facilitando de esta manera las labores de control y ensayos que han de llevarse a cabo por laboratorio acreditado, según lo establecido en la norma UNE-EN ISO 12944. Se llevarán a cabo como mínimo ensayos de adherencia y mediciones de espesores según el mínimo establecido por la norma.

El esquema adoptado permite realizar la medición de espesores una vez aplicadas las tres capas que lo configuran, facilitando la corrección de las desviaciones en medición mediante la aplicación de una capa adicional del mismo material.

Las condiciones de aplicación de la pintura han de ser las siguientes:

- La pintura será aplicada sobre una superficie limpia y seca con una temperatura superioral punto de rocío para evitar condensación.
- Usar solo donde la aplicación y curado puedan tener lugar a temperaturas por encima de: -5°C, preferiblemente superior a 0°C.
- La temperatura de la pintura debe ser de 15 °C o superior y humedad relativa inferior a 85%.

En caso de que el Director de Obra decida la aplicación de otro esquema diferente al propuesto en el presente pliego, se ha de prestar especial atención al control de espesores y adaptarlo a la nueva solución adoptada, acorde a lo establecido por la norma UNE-EN ISO 12944.

3.54 Partidas alzadas a justificar

Las partidas alzadas a justificar se utilizan en actuaciones que no han sido consideradas como unidades de obra medibles y valorables, bien por no haber sido localizadas, o por no poder determinar su necesidad de ejecución hasta el comienzo de las obras.

Las partidas alzadas a justificar serán medidas en su totalidad en unidades de obra con precios unitarios que figuran en el cuadro de precios nº 1, o bien precios contradictorios aprobados según lo estipulado, con las mediciones correspondientes.

3.55 Obras no especificadas en este pliego

Además de las obras descritas, el Contratista está obligado a ejecutar todas las obras necesarias o de detalle que se deduzcan de los Planos, Mediciones y Presupuesto o que se le ordene por el Director de Obra y a observar las precauciones para que resulten cumplidas las condiciones de solidez, resistencia, duración y buen aspecto, buscando una armonía con el conjunto de la construcción.

Para ello, las obras no especificadas en el presente Pliego se ejecutarán con arreglo a lo que la costumbre ha sancionado como buena práctica de la construcción, con materiales de primera calidad, siguiendo cuantas indicaciones de detalle fije la Dirección de Obra.

4 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

4.1 Condiciones generales de valoración

Será de aplicación a todo lo relacionado con este capítulo lo previsto en el PCAG, en particular en las cláusulas 45 a 58.

Solamente serán abonadas las unidades de obra ejecutadas y terminadas con arreglo a las condiciones que señala este Pliego, que figuran en los documentos del Proyecto o que hayan sido ordenadas por la Dirección de Obra.

Las partes que hayan de quedar ocultas, como cimientos, elementos de estructuras, etc., se reseñarán por duplicado en un croquis, firmado por la Dirección de Obra y el Contratista. En él figurarán cuantos datos sirvan de base para la medición, como dimensiones, peso, armaduras, etc., y todos aquellos otros que se consideren oportunos. En caso de no cumplirse los anteriores requisitos, serán por cuenta del Contratista los gastos necesarios para descubrir los elementos y comprobar sus dimensiones y buena construcción.

En los precios de cada unidad de obra se consideran incluidos los trabajos, medios auxiliares, energía, maquinaria, materiales y mano de obra necesarios para dejar la unidad completamente terminada, todos los gastos generales, como transportes, comunicaciones, carga y descarga, pruebas y ensayos, desgaste de materiales auxiliares, gestión de residuos, costes indirectos, instalaciones, impuestos, derechos y patentes, etc., siempre que no estén medidos o valorados independientemente en el Presupuesto. El Contratista no tendrá derecho a indemnización alguna, como excedente de los precios consignados, por estos conceptos.

Las unidades estarán completamente terminadas, con refino, pintura, herrajes, accesorios, etc., aunque alguno de estos elementos no figuren determinados en los Cuadros de precios o mediciones.

Se considerarán incluidos en los precios aquellos trabajos preparatorios que sean necesarios, tales como caminos de acceso, nivelaciones, cerramientos, etc., siempre que no estén medidos o valorados en el Presupuesto.

Dado que algunas de las obras han sido medidas y valoradas mediante Partidas Alzadas, no permiten su abono por mediciones parciales. En estos casos la Dirección incluirá estas partidas completas, cuando lo estime oportuno, en las periódicas certificaciones parciales.

En caso de contradicción entre la unidad de medición expresada en las mediciones y presupuesto y en los artículos de este capítulo, prevalecerá lo que se indica en el presupuesto.

4.2 Abono de unidades de obra no previstas en el contrato

Todas las unidades de obra que se necesiten para terminar completamente las del Proyecto y que no hayan sido definidas en él, se abonarán a los precios contradictorios acordados en obra y aprobados previamente por la Administración, según lo especificado en las reglas 34 y 35 de 22 de julio que no se ve modificado en esta regla por la Orden FOM/1698/2013, de 31 de julio) de acuerdo con el artículo 107 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público

La propuesta del director de la obra sobre los nuevos precios a fijar se basará en cuanto resulte de aplicación, en los costes elementales fijados en la descomposición de los precios unitarios integrados en el contrato y, en cualquier caso, en los costes que correspondiesen a la fecha en que tuvo lugar la adjudicación.

A su ejecución deberá preceder, además de la aprobación administrativa la realización de planos de detalle, que serán aprobados por la Dirección de Obra.

Cuando se proceda al empleo de los materiales o ejecución de las obras de que se trate, sin la previa aprobación de los precios que hayan de aplicárseles, se entenderá que el Contratista se conforma con lo que fije la Administración.

4.3 Obras defectuosas pero aceptables

Si existieran obras que fueran defectuosas, pero aceptables a juicio de la Dirección de Obra, ésta determinará el precio o partida de abono que pueda asignarse, después de oír al Contratista. Este podrá optar por aceptar la resolución o rehacerlas con arreglo a las condiciones de este Pliego, sin que el plazo de ejecución exceda del fijado.

4.4 Modo de abonar las obras concluidas y las incompletas

Las obras concluidas, ejecutadas con sujeción a las condiciones de este Pliego y documentos complementarios, se abonarán, previas las mediciones necesarias, a los precios consignados en el Cuadro de precios número uno (1), incrementados con los coeficientes reglamentarios especificados en el presupuesto general, con la deducción proporcional a la baja obtenida en la licitación. Sin que el importe global sobrepase en ningún caso el presupuesto de adjudicación (salvo modificaciones aprobadas por el órgano de contratación).

Cuando a consecuencia de rescisión o por otra causa, fuese necesario valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro número dos (2), sin que pueda presentarse la valoración de cada unidad de obra en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

En ninguno de estos casos tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna, fundada en la insuficiencia de los precios de los cuadros o en omisión del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

En el supuesto a que hace referencia el párrafo segundo de este Artículo, el Contratista deberá preparar los materiales que tenga acopiados para que estén en disposición de ser recibidos en el plazo que al efecto determine la Dirección de Obra, siéndole abonado de acuerdo con lo expresado en el Cuadro de precios número dos (2).

4.5 Obras en exceso

Cuando las obras ejecutadas en exceso por errores del Contratista, o cualquier otro motivo que no dimane de órdenes expresas de la Dirección de Obra, perjudicase en cualquier sentido a la solidez o buen aspecto de la construcción, el Contratista tendrá obligación de demoler a su costa la parte de la obra así ejecutada y toda aquélla que sea necesaria para la debida trabazón de la que se ha de construir de nuevo, con arreglo al Proyecto.

Las escolleras y rellenos de material de cantera que sean colocados en la zona de tolerancia del dragado no serán de abono en ningún caso, para el resto de casos, cuando los materiales se encuentren fuera de perfiles de proyecto deberán retirarse y sustituirse por el material que hubiere en la sección tipo, a no ser que el Contratista proponga, y se acepte, mantenerlos, en cuyo caso se abonarán al precio de material que hubiera debido utilizarse si es de menor precio. Si aquellos excesos quedasen en zonas de navegación deberán retirarse en todos los casos. Los excesos de escollera en banqueta de cimentación de cajones por sobredragado de la zanja no serán de abono en ningún caso.

4.6 Consideraciones generales sobre la medición de las obras

Todos los gastos de medición y comprobación de las mediciones de las obras y de su calidad, durante el plazo de ejecución de ella, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista está obligado a proporcionar a su cargo cuantos medios reclame la Dirección de Obra para tales operaciones, así como a realizarlas, sometiéndose a los procedimientos que se le fije, y a suscribir los documentos con los datos obtenidos, consignando en ellos, de modo claro y conciso, las observaciones y reparos, a reserva de presentar otros datos en el plazo de tres (3) días, expresando su desacuerdo con los documentos citados. Si se negase a alguna de estas formalidades, se entenderá que el Contratista renuncia a sus derechos respecto a estos extremos y se conforma con los datos de la Dirección de Obra.

El Contratista tendrá derecho a que se le entregue duplicado de cuantos documentos tengan relación con la medición y abono de las obras, debiendo estar suscritos por la Dirección de Obra y el Contratista y siendo por su cuenta los gastos que originen tales copias.

4.7 Medición y abono de las obras

4.7.1 Mediciones

Mensualmente, el contratista someterá a la Dirección de Obra medición detallada de las unidades ejecutadas junto con los croquis y planos necesarios para su perfecta comprensión. Con esta base, se redactará una relación cuyo pago tendrá el carácter de abono a cuenta.

4.7.2 Certificaciones

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

4.7.3 Anualidades

Será de aplicación lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

La modificación de las anualidades fijadas para el abono del Contrato se ajustará a lo previsto en las citadas disposiciones.

4.8 Definición de precio unitario

Quedan establecidos en el Cuadro de Precios nº1 los precios unitarios correspondientes a todas las unidades del proyecto.

Dichos precios unitarios comprenden todos los gastos necesarios para la ejecución y perfecta terminación, de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego, de cada unidad de obra, medida según se especifica en los Artículos siguientes. En estos gastos se incluyen no solo los directamente correspondientes a la unidad de obra, tales como maquinaria, materiales, mano de obra, operaciones, etc. sino también los indirectos, así como los que se originarán por el transporte y vertido en el lugar adecuado de los productos sobrantes, la gestión de residuos y de la limpieza final de la obra.

4.9 Relaciones valoradas y certificaciones

La Dirección de Obra realizará mensualmente las mediciones de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo anterior, en la forma y condiciones establecidas en este Pliego. Con los datos de las mismas, preparará la correspondiente relación valorada, correspondiente al período de pago de acuerdo con el contenido en el PCAP del contrato.

La tramitación de certificaciones y en su caso las incidencias que pudieran surgir con el Contratista se realizarán según los artículos de 147 a 152 del RGLCAP, y según la regla 37 de las NGC.

Sobre la base de la relación valorada, el Director expedirá la correspondiente certificación de obra en el plazo máximo de diez (10) días siguientes al período a que corresponda, salvo prevención en contrario en el PCAP.

4.10 Transportes

En la composición de precios se ha contado para la formación de los mismos con los gastos correspondientes a los transportes, partiendo de unas distancias medias teóricas. Se sobrentiende que los materiales se abonan a pie de obra sea cual fuere el origen de los mismos, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación alguna por alegar origen distinto a mayores distancias de transporte u otros conceptos.

4.11 Replanteos

Todas las operaciones que se necesiten para los replanteos, serán efectuadas por y a cuenta del Contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación de ninguna clase.

Asimismo está obligado a suministrar a su cargo a la Administración los medios y aparatos necesarios que la Dirección de la obra estime adecuados para llevar a cabo, los replanteos de cualquier tipo.

4.12 Abonos a cuenta de acopios de materiales, medios auxiliares y maquinaria

La Dirección de Obra podrá certificar partidas a cuenta de materiales, medios auxiliares y maquinaria; dentro de las posibilidades que permitan las consignaciones anuales y con arreglo a las condiciones establecidas en las cláusulas 54, 55, 56, 57 y 58 del PCAG, y en los artículos 155 y 156 del RGLCAP y en el artículo 232 del Texto refundido de la LCSP.

4.13 Demoliciones

Las demoliciones se medirán y abonarán por metros cúbicos (m^3) realmente demolidos, de acuerdo con los planos de proyecto, a los precios que se indican en el Cuadro de precios número uno (1).

El precio incluye todas las operaciones de demolición de los hormigones o retirada de escolleras y el transporte a vertedero de los productos, la limpieza de las armaduras descubiertas que deban respetarse, así como todos los medios auxiliares que fueran precisos.

4.14 Hallazgos arqueológicos

En el caso de que se hallasen piezas de interés arqueológico o que, por sus circunstancias, hicieran prever la existencia de algún pecio, las extracciones serán abonadas separadamente. El procedimiento de abono será por horas a los precios de mano de obra y maquinaria que se indican en el Cuadro de precios número dos (2) para los precios incluidos en el contrato y a los precios contradictorios de acuerdo con el apartado 4.3 para los precios no previstos en el contrato.

En el caso de que, a juicio de la Dirección de Obra, las investigaciones arqueológicas que se puedan ordenar en las obras por las Autoridades competentes produjeran retrasos que ocasionen un perjuicio comprobable, la Dirección de obra valorará dicho prejuicio de acuerdo a los precios de mano de obra y maquinaria que se indican en el Cuadro de precios número dos (2).

4.15 Relleno general

El relleno general se medirá en metros cúbicos (m^3) deducidos de las dimensiones de los planos de construcción, que se abonará a los precios que se indican en el Cuadro de precios número uno (1).

Se considerarán incluidos en dichos precios los materiales y su colocación, con todas las operaciones necesarias para garantizar las condiciones establecidas en este Pliego.

4.16 Hormigones

Los hormigones se abonarán, a los precios que se indican en el Cuadro de precios número uno (1), por metros cúbicos (m^3) de hormigón realmente fabricado y puesto en obra, medido sobre los planos de construcción. El precio incluye el suministro de materiales, la fabricación y puesta en obra, incluso la parte proporcional de encofrado, desencofrado y curado.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir o reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas, y que presenten aspecto deficiente, así como los excesos de hormigón obligados por la ejecución errónea o defectuosa de los elementos circundantes.

Los aditivos al hormigón que se empleen por iniciativa del Contratista o por necesidades constructivas, siempre según condiciones y previa aprobación de la Dirección de Obra, no serán de abono.

En el precio de los hormigones se consideran incluidos todos los gastos de encofrados, cimbras, talleres de fabricación, etc. necesarios para la terminación total de los mismos en obra, así como el transporte y colocación de los elementos prefabricados en su lugar definitivo. En particular en el precio de los hormigones se considera incluido el cemento, no aceptándose variación de precio debido al cambio de tipo de cemento.

En el caso de muros cortina, irán además incluido en el precio la ejecución, piezas de anclaje, estructura de aluminio, etc.

4.17 Acero en armaduras

Las armaduras se abonarán por kilogramos (Kg), según las mediciones del proyecto.

El precio comprenderá la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de las armaduras si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, colocación y sustentación en obra incluido el alambre para ataduras, las longitudes de los empalmes, ejecución de

los mismos, separadores, la pérdida de recortes y despuntes, y todas cuantas operaciones materiales y medios auxiliares sean necesarios. En caso de soldadura de las armaduras incluirá también el coste de dicha operación.

Los recortes que resulten quedarán de propiedad del Contratista.

No se abonará cantidad alguna por el redondo correspondiente a obras no abonables, ni por el resultado de emplear el Contratista mayores cuantías que las especificadas por causas que no sean orden de la Dirección de la Obra.

Será de cuenta del Contratista el establecimiento, mantenimiento y comprobación de la báscula que se disponga.

4.18 Acero en perfiles laminados

Los perfiles laminados se medirán y abonarán en metros lineales (kg), a los precios que se indican en el Cuadro de precios número uno (1), por su longitud realmente colocado en obra, medido sobre planos de construcción.

El precio comprende la adquisición del material, transporte, preparación, pérdidas por recortes, soldaduras, colocación, incluso elementos de anclaje, pintura de protección y todos los medios necesarios para completar la terminación de la unidad de obra a que corresponda.

4.19 Suelo seleccionado

El suelo seleccionado se medirá y abonará a los precios que se indican en el cuadro de precios número uno (1) por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos en las secciones tipos señaladas en los planos, una vez comprobada la geometría de la explanada previa y posteriormente al extendido, humectación, compactado, terminación y refino de la superficie acabada, operaciones que se consideran incluidas en los precios.

Se considerarán incluidos en dichos precios los materiales, con todo lo necesario para tenerlos a disposición a pie de obra, y su colocación, con todas las operaciones necesarias para garantizar las condiciones establecidas en este Pliego.

4.20 Zahorras artificiales

Las zahorras se medirán y abonarán a los precios que se indican en el cuadro de precios número uno (1) por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos en las secciones tipos señaladas en los planos, una vez comprobada la geometría de la explanada previa y posteriormente al extendido, humectación, compactado, terminación y refino de la superficie acabada, operaciones que se consideran incluidas en los precios.

Se considerarán incluidos en dichos precios los materiales, con todo lo necesario para tenerlos a disposición a pie de obra, y su colocación, con todas las operaciones necesarias para garantizar las condiciones establecidas en este Pliego.

4.21 Gestión de residuos de construcción y demolición

El desglose de esta unidad se incluye en un Presupuesto específico en el Anejo correspondiente.

- Ud: Gestión de Residuos en la obra

El abono se realizará con el peso (Tn) realmente llevado a vertedero o planta de tratamiento autorizado.

El precio incluye el suministro de los materiales, la colocación, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

También se contempla unas partidas alzadas a justificar por el Constructor a la Dirección de las Obras.

4.22 Obras no especificadas en este capítulo

La valoración de las obras no especificadas expresamente en este capítulo, que estuviesen ejecutadas con arreglo a especificaciones y en plazo, se realizará, en su caso por unidad de longitud, superficie, volumen o peso puesto en obra, según su naturaleza, y se abonarán a los precios que figuran en los Cuadros de precios del presente Proyecto, de acuerdo con los procedimientos de medición que señale la Dirección de Obra.

Las partidas alzadas se abonarán por su precio integro, salvo aquellas que lo sean "a justificar", que, correspondiendo a una medición difícilmente previsible, lo serán por la medición real.

5 DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Contradicciones, omisiones o errores

Los diversos capítulos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas son complementarios entre sí, entendiéndose que las prescripciones que contenga uno de ellos y afecte a otros obligan como si estuviesen en todos. Las contradicciones o dudas entre sus especificaciones se resolverán por la interpretación que razonadamente haga el Director de Obra.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos, tanto por el Director de las Obras como por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Acta de Comprobación del Replanteo.

Lo que se cite en el Pliego de Condiciones y se omita en los Planos, o viceversa, deberá ejecutarse como si estuviese expuesto en los dos documentos. En el caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones o descripciones erróneas de los detalles de la obra indispensables para llevar a cabo la unidad de acuerdo con las normas de buena práctica según lo prescrito en los Planos y el Pliego de Condiciones, o que deban realizarse por el uso y costumbre, no exime al Contratista de la obligación de ejecutarlos, y deberán ejecutarse como si fuesen completos y correctamente especificados.

5.2 Comprobación del replanteo

En el plazo de un (1) mes a partir de la fecha de formalización del Contrato se comprobará, en presencia del Adjudicatario o su representante el replanteo de las obras efectuado antes de la licitación extendiéndose la correspondiente Acta de Comprobación del Replanteo.

El Acta de comprobación del Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas del terreno y obra de fábrica, a la procedencia de materiales, así como cualquier punto que, caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del Contrato, a la disposición de los terrenos o la viabilidad de las obras.

La comprobación del replanteo estará sujeta a lo estipulado en el RGLCAP en lo referente a la comprobación del replanteo (Artículo 139), acta de comprobación del replanteo y sus efectos (Artículo 140) y las modificaciones acordadas como consecuencia de la comprobación del replanteo (Artículo 141), lo estipulado en el texto refundido de la ley LCSP en lo referente a la comprobación del replanteo (Artículo 229), en lo estipulado en el PCAG para el acta de comprobación del replanteo (Cláusula 24), gastos de comprobación del replanteo (Cláusula 25 y modificaciones acordadas como consecuencia de la comprobación del replanteo (Cláusula 26).

Cuando el Acta de Comprobación del Replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del Proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del Contrato.

5.3 Fijación y conservación de los puntos de replanteo

Desde la comprobación del replanteo, el Contratista será el único responsable del replanteo de las obras.

La programación de los trabajos estará sujeta lo previsto en el PCAG.

5.4 Plazo de ejecución

El plazo máximo de ejecución de las obras será el que viene reflejado en la memoria del proyecto y el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El plazo de ejecución de las obras empezará a contar al día siguiente de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. En caso de desacuerdo en el replanteo, se estará conforme a lo dispuesto en los Artículos 139 y 140 del RGC.

En lo que se refiere a prórrogas en el plazo de ejecución será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 159 y 162 del RGC.

5.5 Programacción de los trabajos

Sin perjuicio del programa de trabajos que el Contratista haya presentado en su oferta y ajustándose a las líneas generales del mismo con las modificaciones que, en su caso, la Dirección de la obra haya introducido para la adjudicación, el Contratista deberá presentar en el plazo de un (1) mes, desde la formalización del contrato, el programa detallado de trabajos de las obras según la cláusula 27 del PCAG y el Artículo 144 del RGC.

El programa de trabajo será presentado conforme a las anteriores indicaciones, siguiendo las líneas generales del programa indicativo del proyecto, de acuerdo con las instrucciones específicas que le sean dadas al Contratista por el Director de obra, y en cualquier caso, respetando las fases constructivas indicadas.

El programa se estudiará de forma que no se produzcan interferencias que puedan afectar a las instalaciones actuales, extremo que habrá de justificarse detalladamente.

Asimismo, el programa se redactará de manera que en todo momento se respeten las servidumbres y limitaciones que impongan los diferentes Organismos competentes.

Una vez aprobado el programa de trabajos será preceptivo en todos los extremos, así como el cumplimiento de los plazos parciales, que señalen para la ejecución de las obras.

5.6 Desarrollo y control de las obras

Para el mejor desarrollo y control de las obras el Adjudicatario seguirá las normas que a continuación se indican respecto a los puntos siguientes:

- Equipos de maquinaria.
- Ensayos.
- Materiales.
- Acopios.
- Trabajos nocturnos.
- Accidentes de trabajo.
- Trabajos defectuosos o no autorizados.
- Señalización de obras.
- Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.

5.7 Equipos y maquinaria

El Contratista quedará obligado a situar en las obras los equipos y maquinaria que se comprometió a aportar en la licitación, y que el Director de las obras considere necesarios para el desarrollo de las mismas, en los plazos contratados.

El Director deberá aprobar los equipos de maquinaria o instalaciones que deban utilizarse para las obras.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del Director. Si, una vez autorizada la retirada y efectuada ésta, hubiese necesidad de dicho equipo o maquinaria el Contratista deberá reintegrarla a la obra a su cargo y sin que el tiempo necesario para su traslado y puesta en uso sea computable a los efectos de cumplimiento de plazos, que no experimentarán variación por este motivo.

5.8 Ensayos

Los ensayos se efectuarán y supervisarán por laboratorios de obras homologados con arreglo a las normas de ensayos de la legislación vigente.

Cualquier tipo de ensayo que no esté incluido en dichas normas deberá realizarse con arreglo a las instrucciones que dicte la Dirección de Obra, de acuerdo con la cláusula 38 del PCAG.

El Director de la Obra podrá exigir pruebas de idoneidad de los distintos elementos de la obra cuyo coste se supone incluido en los precios de las distintas unidades de obra, con el límite fijado en el PCAG y de acuerdo a lo establecido en este Pliego.

El Contratista abonará el costo de los ensayos de control de materiales y control de procedimientos de ejecución que encargue directamente la Dirección de Obras, hasta un máximo de uno por ciento (1%) del presupuesto de adjudicación, que se considera incluido en los precios ofertados. Esta cantidad se refiere al coste directo de los trabajos exclusivamente, sin que pueda aumentarse su valoración con ningún porcentaje (salvo el I.V.A.), ni tampoco con Gastos Generales y Beneficio Industrial. Los ensayos de presentación de un material por el Contratista para establecer su idoneidad y aquellos que reflejen resultados negativos en los materiales o en la ejecución de la obra serán abonados por el Contratista a su costa, sin que queden incluidos en la partida disponible del 1% de control de calidad. Si se incluye expresamente en esta partida el coste de los ensayos de hormigones a nivel de control normal y los ensayos de información en su caso, salvo que estos procedan de un problema surgido en la calidad de hormigones detectado durante el control a nivel normal.

El límite fijado en el PCAG para ensayos y análisis de materiales y unidades de obra, no será de aplicación a los ensayos necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos, cuyos gastos, a tenor de lo que prescribe el PCAG, se imputarán al Contratista, de confirmarse su existencia.

5.9 Materiales

No se procederá al empleo de cualquiera de los materiales que integran las unidades de obra sin que antes sean examinados y aceptados por la Dirección de Obra salvo lo que disponga en contrario el presente Pliego.

Cuando la procedencia de materiales no esté fijada en el Pliego de prescripciones técnicas, los materiales requeridos para la ejecución del Contrato serán obtenidos por el Contratista de las canteras, yacimientos o fuentes de suministro que estime oportuno, siempre que tal origen sea aprobado por la Dirección de Obra.

El cambio de procedencia de los materiales no supondrá en ningún caso motivo de variación de los precios ofertados ni del plazo de la obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con suficiente antelación, las procedencias de los materiales que se propone utilizar; aportando, cuando así lo solicite la Dirección de Obra, las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de aceptación, tanto en lo que se refiere a su calidad como a su cantidad.

En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en obras materiales cuya procedencia no haya sido previamente aprobada por la Dirección de Obra.

En el caso de que las procedencias de los materiales fuesen señaladas concretamente en el Pliego de prescripciones técnicas, o en los Planos, el Contratista deberá utilizar obligatoriamente dichas procedencias. Si, posteriormente, se comprobara que dichas procedencias son inadecuadas o insuficientes, el Contratista vendrá obligado a proponer nuevas procedencias sin excusa, sin que dicho

motivo, ni la mayor o menor distancia de las mismas a la obra, pueden originar aumento de los precios ni de los plazos ofertados.

En el caso de no cumplimiento dentro de un plazo razonable, no superior a un (1) mes, de la anterior prescripción, la Dirección de Obra podrá fijar las diversas procedencias de los materiales sin que el Contratista tenga derecho a reclamación de los precios ofertados y pudiendo incurrir en penalidades por retraso en el cumplimiento de los plazos.

5.10 Acopios

Quedará terminantemente prohibido, salvo autorización escrita del Director de las Obras, efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sobre la plataforma de la obra y en aquellas zonas marginales que defina el citado Director. Se considera especialmente prohibido obstruir los desagües y dificultar el tráfico, en forma inaceptable a juicio del Director de las Obras.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en la obra; requisito que deberá ser comprobado en el momento de dicha utilización.

Las superficies empleadas en zonas de acopios deberán acondicionarse una vez terminada la utilización de los materiales acumulados en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original.

Todos los gastos requeridos para efectuar los acopios y las operaciones mencionadas en este Artículo, serán de cuenta del Contratista.

5.11 Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de las Obras y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director ordene; y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los requeridos trabajos nocturnos.

5.12 Accidentes de trabajo

El contratista viene obligado a concertar el Seguro de Accidentes de Trabajo o Seguridad Social para todo el personal empleado de conformidad el PCAG.

5.13 Trabajos defectuosos o no autorizados

Los trabajos ejecutados por el Contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales y sin la debida autorización, deberán ser derruidos a su costa, si el Director lo exige y en ningún caso serán abonables.

5.14 Señalización de las obras

Se atendrá a lo estipulado en la cláusula 23 del PCAG.

Serán por cuenta y riesgo del Contratista el suministro, instalación, mantenimiento y conservación de todas las luces, elementos e instalaciones necesarias para dar cumplimiento a lo especificado en dicha clausula.

5.15 Responsabilidades especiales del contratista durante la ejecución de las obras

Estas responsabilidades están definidas en los artículos posteriores y se concretan en los siguientes puntos:

- Daños y perjuicios.
- Objetos encontrados.
- Evitar contaminaciones.
- Permisos y licencias.
- Personal del Contratista

5.16 Daños y perjuicios

El Contratista será responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, público o privado como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados a costa del Contratista, con arreglo a la legislación vigente sobre el particular.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, también a costa del Contratista, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas por el Contratista y a su costa, restableciendo las condiciones primitivas o compensando adecuadamente los daños y perjuicios causados.

5.17 Objetos encontrados

Será de aplicación lo indicado en la cláusula 19 del PCAG.

El Contratista será responsable de la conservación de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras; debiendo dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director de las Obras y colocarlos bajo su custodia y teniendo en cuenta los derechos del Estado y la responsabilidad subsidiaria tal y como indica la cláusula 19 del PCAG.

5.18 Evitar contaminaciones

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de cualquier tipo por causa de las obras, así como las de combustible, aceite, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial, incluso las contaminaciones de tipo biológico, siendo responsable de los daños que pueda causar a terceros producidos durante la ejecución de las obras.

5.19 Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios que se definan en el Contrato.

5.20 Personal del contratista

El Contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación.

El Contratista vendrá obligado a mantener al frente de los trabajos un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, cuya designación deberá comunicarse al Ingeniero Director para su aprobación antes del comienzo del replanteo de las obras, no pudiendo ausentarse de las mismas sin autorización de la Dirección.

El Director de las Obras podrá prohibir la permanencia en obra de determinado personal del Contratista, por motivo de faltas de obediencia y respeto, o a causa de actos que comprometan o perturben, a juicio del mismo, la marcha de los trabajos.

El Contratista podrá recurrir si entendiese que no hay motivo fundado para dicha prohibición.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley sobre el Contrato de Trabajo, Reglamentaciones de Trabajo, disposiciones reguladoras de los Subsidios y Seguros Sociales, vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

5.21 Obligaciones del contratista

El Contratista tendrá la obligación de obtener los locales, zonas para talleres, oficinas, etc., que considere necesarios para la realización de las obras.

Es de responsabilidad del Contratista, la elección de canteras para la obtención de los materiales necesarios para la ejecución de las obras (rellenos, áridos para hormigones, etc.).

No obstante, deberán tenerse en consideración los siguientes puntos:

- En ningún caso se considerará que las canteras o su explotación forman parte de la obra.

- La paralización de los trabajos en las canteras no tendrá, en ningún caso, repercusión alguna en los precios ni en los plazos ofertados.
- El Contratista deberá satisfacer por su cuenta la compra de terrenos o la indemnización por ocupación temporal de los mismos, etc.
- En cualquier caso, es de total responsabilidad del Contratista, la elección y explotación de canteras, tanto en lo relativo a calidad de materiales como el volumen explotable de los mismos. El Contratista es responsable de conseguir ante las autoridades oportunas los permisos y licencias que sean precisos para la explotación de las canteras.
- Todos los gastos derivados de estos conceptos se considerarán incluidos en los precios.
- Los accesos a canteras, así como los enlaces entre éstas y la obra correrán a cargo del Contratista, y no deberán interferir con otras obras que se estén realizando en el área.
- El Contratista viene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezca durante los trabajos de explotación de la cantera.
- Serán a costa del Contratista, sin que por ello pueda reclamar indemnización alguna, los daños que se puedan ocasionar con motivo de las tomas de muestras, extracción, preparación, transporte y depósito de los materiales.
- El Contratista, bajo su responsabilidad, queda obligado a cumplir todas las disposiciones de carácter social contenidas en la normativa vigente.

5.22 Gastos por cuenta del contratista

Serán por cuenta del Contratista, los expresamente previstos en la cláusula 13 del PCAG. En cualquier caso, también serán de su cuenta los siguientes gastos y costes que se entiende tiene el Contratista incluidos en los precios que oferte:

i. Los gastos de vigilancia a pie de obra.
ii. Los gastos y costes de los ensayos y acciones necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos, que se imputarán al Contratista de confirmarse su existencia.
iii. Los gastos y costes de construcción, recepción y retirada de toda clase de construcciones e instalaciones auxiliares.
iv. Los gastos y costes de cualquier adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales o para la explotación de canteras, teniendo siempre en cuenta que la cantera o canteras no forman parte de la obra.
v. Los gastos y costes de seguros de protección de la obra y de los acopios contra el deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, así como los de guardería y vigilancia.
vi. Los daños ocasionados por la acción del oleaje en taludes desprotegidos.

vii. La gestión de residuos y los gastos y costes de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras. Así como los de establecimiento de vertederos, su acondicionamiento, conservación, mantenimiento, vigilancia y terminación final.

viii. Los gastos y costes de suministro, colocación, funcionamiento y conservación de señales y luces de tráfico terrestres y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.

ix. Los gastos y costes de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza de la obra a su terminación.

x. Los gastos y costes de montaje, conservación y retirada de instalaciones para suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras.

xi. Los gastos y costes de demolición de las instalaciones, limpieza y retirada de productos.

xii. Los gastos y costes de terminación y retoques finales de la obra.

xiii. Los gastos y costes de instrumentación, recogida de datos e informe del comportamiento de las estructuras y de cualquier tipo de pruebas o ensayos, siempre que no estén medidos y valorados en el presupuesto.

xiv. Los gastos y costes de reposición de las estructuras, instalaciones, pavimentos, etc. dañados o alterados por necesidades de las obras o sus instalaciones, o por el uso excesivo de aquellas derivadas de la obra, siempre que no estén medidos y valorados en el presupuesto.

xv. Los gastos y costes correspondientes al control de calidad, la inspección y vigilancia de las obras por parte de la Administración, en los términos que desarrollan el PCAP.

xvi. Los gastos y costes de replanteo y liquidaciones de la obra.

xvii. Los gastos y costes del material o equipo a suministrar a la Administración y que se expliciten en otros apartados de este Pliego.

xviii. Las tasas que por todos los conceptos tenga establecida la Administración en relación con las obras.

xix. Los gastos y costes que se deriven u originen por el Contrato, tanto previos como posteriores al mismo.

xx. Los gastos y costes en que haya de incurrirse para la obtención de licencias, derechos de patente y permisos, etc., necesarios para la ejecución de todos los trabajos.

xxi. Los gastos de conservación de las unidades de obra.

xxii. Los gastos de reconocimientos, sondeos y estudios geológicos y geotécnicos que el Contratista con su riesgo, ventura y responsabilidad considere necesario realizar, tanto para preparar la oferta y programa de trabajos como para estimar la estabilidad de excavaciones, dragados y rellenos.

xxiii. Los gastos de una embarcación con equipo de sonda para medida de profundidades y obtención de perfiles en zona de agua.

xxiv. Todos los trabajos preparatorios que sean necesarios, tales como caminos de acceso, nivelaciones, cerramientos, etc. siempre que no estén medidos y valorados en el presupuesto.

5.23 Seguro a suscribir por el contratista

El Contratista quedará obligado a contratar los seguros previstos en el PCAP.

5.24 Inspección y vigilancia de las obras

Serán por cuenta del Contratista los gastos que se produzcan con motivo de la inspección y vigilancia de las obras por parte de la Administración.

El Director de Obra podrá nombrar al personal auxiliar para garantizar la continua inspección de la misma.

El Contratista no podrá rehusar a los vigilantes nombrados quienes, por el contrario, tendrán en todo momento libre acceso a cualquier parte de la obra, así como a los talleres, fábricas, canteras, laboratorios y otros lugares de donde se extraigan, fabriquen o controlen materiales o unidades de esta obra.

5.25 Ejecución de las obras

Las obras se efectuarán con estricta sujeción a las cláusulas estipuladas en el Contrato y al Proyecto que sirva de base al mismo y conforme a las instrucciones que en interpretación de éste diere al Contratista el Director de la Obra, que serán de obligado cumplimiento para aquel siempre que lo sean por escrito.

El Contratista es completamente responsable de la elección del lugar de emplazamiento de los talleres, almacenes, parque de maquinaria y lugar de fabricación de los cajones, sin que pueda contar para ello con superficies o lugares comprendidos en el actual recinto portuario sin la previa aprobación y sin que tenga derecho a reclamación alguna por este hecho o por la necesidad o conveniencia de cambiar todos o alguno de los emplazamientos antes o después de iniciados los trabajos.

Durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía el Contratista es responsable de los defectos que puedan advertirse en la construcción.

5.26 Propiedad industrial y comercial

Será de aplicación lo indicado en la cláusula 16 del PCAG.

El Contratista se hará responsable de toda clase de reivindicaciones que se refieran a suministros de materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de las obras y que procedan de titulares de patentes, licencias, planos, modelos o marcas de fábrica o de comercio. En el caso de que sea necesario, corresponde al Contratista obtener las licencias o autorizaciones precisas y soportar la carga de los derechos e indemnizaciones correspondientes.

En casos de acciones de terceros, titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizados por el Contratista, se hará cargo de dichas acciones y de las consecuencias que de las mismas se deriven.

5.27 Obligaciones de carácter social y legislación laboral

Será de aplicación el PCAG en lo referente a las obligaciones sociales y laborales del contratista (cláusula 11) así como la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (artículo 4, 5 y disposiciones adicionales).

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras.

Será el responsable de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

El Contratista como único responsable de la realización de las obras, se compromete al cumplimiento a su costa y riesgo de todas las obligaciones que se deriven de su carácter legal de patrono respecto a las disposiciones de tipo laboral vigente o que se puedan dictar durante la ejecución de las obras.

La Dirección de Obra podrá exigir del Contratista en todo momento, la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras.

El Contratista viene obligado a la observancia de cuantas disposiciones estén vigentes o se dicten, durante la ejecución de los trabajos, sobre materia laboral.

Serán de cargo del Contratista los gastos de establecimiento y funcionamiento de las atenciones sociales que se requieran en la obra.

5.28 Medidas de seguridad y salud

La obligación de cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia de seguridad está contemplada en el PCAG.

De acuerdo con el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo y su predecesor Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud, ajustado a su forma y medios de trabajo. La valoración de ese Plan no será inferior del presupuesto resultante del Estudio de Seguridad y Salud que forma parte de este Proyecto entendiéndose, de otro modo, que cualquier exceso está comprendido en el porcentaje de coste indirecto que forma parte de los precios del Proyecto.

El abono del presupuesto correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud se realizará de acuerdo con el correspondiente cuadro de precios que figura en el mismo o, en su caso, en el del Plan de Seguridad

y Salud en el trabajo, aprobado por la Coordinación de Seguridad y Salud y que se consideran documentos del contrato a dichos efectos.

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad y salud en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar a su costa las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas que puedan dictar las autoridades y organismos competentes y las normas de seguridad que corresponden a las características de las obras.

El Contratista deberá establecer, bajo su responsabilidad, un Plan de seguridad y Salud que especifique las medidas prácticas de seguridad que crea que son necesarias tomar en la obra para cumplir las prescripciones del Estudio de Seguridad y salud en el Trabajo incluido en el Proyecto.

Este plan por tratarse de una Obra de la Administración pública, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, se elevará por su aprobación a la Administración, y será presentado por el Contratista a la Autoridad Laboral competente y demás organismos y servicios en cumplimiento del Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.

En el caso de participar más de una empresa en la ejecución de las obras, o una empresa y trabajadores autónomos, o varios trabajadores autónomos, será legalmente obligatoria la presencia de un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obra, el cual será designado por el Promotor.

El Coordinador de Seguridad y Salud. Estará a disposición de la obra y sus obligaciones quedan reflejadas en el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo.

El Director de Obra deberá sujetarse y limitarse a las condiciones del contrato de ejecución de obras suscrito entre Promotor y Contratista. Deberá asimismo colaborar tanto con su cliente, el promotor, como con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras para el cumplimiento de sus fines, y con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El Plan de Seguridad y Salud deberá precisar las modalidades de aplicación de las medidas reglamentarias y de las complementarias que correspondan a riesgos particulares de la obra, con el objetivo de asegurar eficazmente:

- La seguridad del propio personal, la de la AP y de terceros.
- La higiene, medicina del trabajo, primeros auxilios y curas a enfermos y accidentados.
- La seguridad de las instalaciones de obra y en la operación de la maquinaria de obra.
- La seguridad del tráfico portuario afectado, tanto marítimo como terrestre.

Se tendrá especial cuidado, sin que la lista sea limitativa, con los siguientes aspectos:

a) Zonas de maniobra, amarre, calados, defensas, bolardos, cabrestantes y ganchos de escape rápido

- El Contratista adoptará las medidas oportunas para mantenerlas en perfectas condiciones de uso, conservando los calados en las zonas de maniobra y amarre, haciendo incluso las oportunas operaciones de dragado.

b) Voladuras

- Si fuera necesario realizarlas, deberá garantizarse que no afecten a las instalaciones y los barcos. Para su ejecución se necesitarán las Autorizaciones requeridas de los Organismos competentes y se adoptarán las precauciones necesarias que tengan en cuenta los tipos de explosivo, cargas máximas, potencias para prevenir las proyecciones de la roca, etc. Estos extremos deberán notificarse con suficiente antelación a la AP. Irán a cuenta del Contratista el proyecto de voladuras, el plan de trabajo, etc., así como obtener los permisos para el uso de explosivos.

c) Vehículos

- Los camiones y otros vehículos, cargados o no, cumplirán el límite máximo de velocidad de veinte kilómetros por hora (20 km/h). Los vehículos cargados no circularán con cargas que sobresalgan y que puedan causar accidentes a bienes o personas. En zonas de riesgo especial y/o en situaciones especiales podrán imponerse otras medidas complementarias de acuerdo con las circunstancias.
  - Acceso al interior de zonas cerradas y trabajos en su interior.
  - Cuando por necesidades de la obra sea necesario acceder al interior de las zonas con valla y/o realizar trabajos en su interior, el Contratista deberá atenerse a las “Normas de Seguridad para Contratistas” que estén vigentes en cada momento.

d) Control del personal

- El Contratista establecerá el control de acceso a la obra y vigilancia dentro de ella, de acuerdo con las normas.

Este plan de seguridad se comunicará al Director de Obra antes del comienzo de las obras. El Contratista deberá completar un plan ulteriormente con las modificaciones convenientes para la evolución de las obras, y pondrá inmediatamente en conocimiento del Director de Obra la adopción de cualquier modificación del plan de seguridad vigente. El plan de seguridad y sus modificaciones deberán de tener en cuenta las modalidades especiales debidas al lugar, a las instalaciones en servicio y a la naturaleza de las obras.

5.29 Organización y policía de las obras

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras.

Deberá adoptar a este respecto las medidas que le sean señaladas por la Dirección de la Obra.

Adoptará asimismo las medidas necesarias para evitar la contaminación del terreno, de las aguas o de la atmósfera, de acuerdo con la normativa vigente y con las instrucciones del Director de Obra.

5.30 Retirada de las instalaciones

A la terminación de los trabajos, el Contratista retirará prontamente las instalaciones provisionales, excepción hecha de otras señales colocadas que permitan la señalización y correcto funcionamiento de la obra, a menos que se disponga otra cosa por la Dirección de Obra.

Si el Contratista rehusara o mostrara negligencia o demora en el cumplimiento de estos requisitos, dichas instalaciones podrán ser retiradas por la Dirección de Obra. El costo de dicha retirada, en su caso, será deducido de cualquier cantidad adeudada o que pudiera adeudarse al Contratista.

5.31 Abono de las obras

5.31.1 Certificaciones

El importe de las obras ejecutadas se acreditará mensualmente al Contratista por medio de Certificaciones, expedidas por el Director de las Obras en la forma legalmente establecida en el PCAG, que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El Contratista también tendrá derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

5.31.2 Anualidades

Para el abono de las obras, su presupuesto se distribuirá en la forma y anualidades establecidas en el PCAP.

La modificación de las anualidades fijadas, deducida como consecuencia de la aprobación del programa de trabajos o de reajustes posteriores, se realizará en la forma y condiciones señaladas por la legislación vigente para la contratación de obras del Estado.

El Contratista podrá desarrollar los trabajos con celeridad mayor que la necesaria para ejecutar las obras en el tiempo prefijado. Sin embargo, no tendrá derecho a percibir en cada año, cualquiera que sea el importe de lo ejecutado o de las certificaciones expedidas, mayor cantidad que la consignada en la anualidad correspondiente. Por tanto, según especifica el párrafo segundo del artículo 144 del Reglamento General de Contratación del Estado, no se aplicarán las fechas de las certificaciones como

base para el cómputo de tiempo de demora en el pago, sino partiendo de la época en que éste debió ser satisfecho.

Se tendrá en consideración el contenido de los Artículos 96 y 152 del RGLCAP y cláusula 53 del PCAG.

5.31.3 Precios unitarios

Se estará a lo dispuesto en el PCAP.

Los precios unitarios fijados en el Contrato para cada unidad de obra tienen incluidos todos los trabajos, medios auxiliares, energía, maquinaria, materiales y mano de obra necesarios para dejar la unidad completamente terminada, gestión de residuos, todos los gastos generales directos e indirectos, como transportes, comunicaciones, carga y descarga, pruebas y ensayos, desgaste de materiales auxiliares, costes indirectos, instalaciones, impuestos, derechos, además de otros gastos y costes que se enuncian en otros apartados de este Pliego. El Contratista no tendrá derecho a indemnización alguna excedente de los precios consignados por estos conceptos.

Serán de cuenta del Contratista los incrementos de materiales empleados y la ejecución de las unidades de obras necesarias, incluso las no previstas, destinadas a corregir los efectos consecuencia de fallos, errores u omisiones en los cálculos del Proyecto o en la ejecución de las obras y referentes en especial a la estabilidad, asientos, deslizamientos, reposiciones, dragados por levantamiento del fondo u otros motivos, etc.

5.31.4 Partidas alzadas

Las partidas alzadas a justificar se abonarán en función de las unidades de obra realmente ejecutadas que las integren, aplicando los precios unitarios del contrato y de acuerdo con las condiciones establecidas en el mismo, previa medición y conformidad de la Dirección Facultativa.

En el supuesto de que, para la correcta justificación de una partida alzada, resulte necesaria la aplicación de precios unitarios no incluidos en los cuadros de precios del contrato, su determinación y aprobación se realizará conforme a lo dispuesto en la legislación vigente en materia de contratación pública.

La introducción de precios nuevos en el contrato tendrá la consideración de **modificación contractual**, de acuerdo con lo establecido en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, **salvo en el supuesto previsto en el artículo 242.4.ii**, relativo a la necesidad de ejecutar obras no previstas en el proyecto que resulten indispensables para la correcta ejecución de las obras contratadas.

En todo caso, la ejecución y abono de las partidas alzadas quedará condicionada al cumplimiento de los requisitos legales y procedimentales que resulten de aplicación.

5.31.5 Servicios afectados

Antes de comenzar las obras el Contratista presentará a la Dirección de Obra una relación de los servicios existentes, así como planes de previsión, reposición y abono en caso de afectar a los mismos.

El cumplimiento de este requisito no representa, por parte de la Dirección de Obra, aceptación alguna, quedando vigente la responsabilidad del Contratista en cuanto al resultado de la correcta ubicación de los servicios, desarrollo de las obras y no afectación de éstos.

El Contratista se compromete al cumplimiento, por su cuenta y riesgo, de todas las obligaciones que conlleva la obra y queda como único responsable de las alteraciones que éstas puedan ocasionar en las zonas próximas.

5.32 Recepción y plazo de garantía

Dentro del plazo de tres meses contados a partir de la recepción, el órgano de contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al Contratista a cuenta de la liquidación del contrato.

El plazo de garantía será el establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para la Contratación de las Obras.

Durante este plazo el Contratista será responsable de los gastos de conservación y reparación de las obras que sean necesarios, incluso restitución de rasantes en los terraplenes en los puntos en que se hayan producido asientos por defectos en los materiales o en la ejecución de las obras. En este punto se estará a lo dispuesto en la cláusula 73 del PCAG.

No le servirá de disculpa ni le dará derecho alguno, el que el Director de la Obra o sus subalternos hayan examinado las obras durante la construcción, reconocido sus materiales o hecha la valoración en las relaciones parciales. En consecuencia, si se observan vicios o defectos se podrá disponer que el Contratista demuela o reconstruya, por su cuenta, las partes defectuosas.

Podrán ser objeto de recepción parcial aquellas partes de obra susceptibles de ser ejecutadas por fases que puedan ser entregadas al uso público, según lo establecido en el contrato.

5.33 Clasificación de contratistas

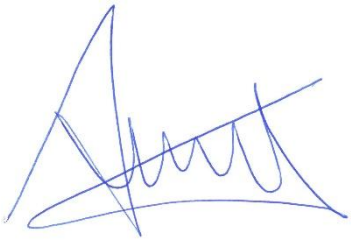
En el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP), que han de regir la adjudicación de las obras, se fijará la clasificación de los contratistas, que en cumplimiento del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre (BOE de 26 de octubre de 2001), para la clasificación de contratistas de obras del Estado, se propone que los contratistas que opten a la adjudicación de esta obra se encuentren clasificados en los siguientes grupos, subgrupos y categorías:

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Clasif.	Grupo	Subgrupo	Categoría
A	Movimiento de tierras y perforaciones	Explanaciones	2
C	Edificaciones	Estructuras metálicas	3
I	Instalaciones Eléctricas	Distribución en baja tensión	2

Málaga, diciembre de 2025.

AUTORES DE PROYECTO



Antonio Martínez Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 34.513

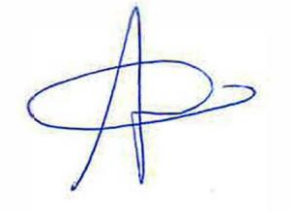


Almudena Pérez Benítez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 20.389

DIRECTORES DE PROYECTO



Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº 20.063



M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

Documento nº4

PRESUPUESTO

MEDICIONES

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

01.01 **ud Desmontaje de farolas**

Desmontaje completo de farola existente, incluyendo luminaria, brazo, báculo, base de anclaje, caja de conexión, cableado hasta arqueta, y elementos de fijación. Comprende desconexión eléctrica, desmontaje manual o mecánico, retirada y carga para transporte, gestión de residuos y acopio de elementos aprovechables. Incluye medios auxiliares, herramientas, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución conforme al R.E.B.T. e instrucciones de la Dirección Facultativa.

Farolas	32			32,00	
					32,00

01.02 **ud Desmontaje de marquesina metálica andén**

Desmontaje completo de marquesina metálica ligera, compuesta por estructura metálica y cubierta. Comprende el desmontaje mediante grúa, retirada de luminarias, desmontaje de anclajes o placas de fijación, carga, transporte y gestión de residuos o acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, grúa si es necesaria y medidas de seguridad conforme al R.D. 1627/1997 y normativa vigente.

Marquesina andén 1	1			1,00	
					1,00

01.03 **ud Desmontaje de bancos**

Retirada completa de banco anclado sobre pavimento de hormigón, incluyendo desmontaje de asiento, respaldo y apoyos metálicos o de fundición, desatornillado o corte de anclajes mecánicos, limpieza del pavimento y recuperación del banco para su posible reutilización. Comprende la carga, transporte y acopio del material en zona indicada por la Dirección Facultativa para su posterior reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, protección del pavimento existente y medidas de seguridad necesarias conforme al R.D. 1627/1997.

Banco andenes	6			6,00	
					6,00

01.04 **m² Desmontaje de estructura metálica edificio de control**

Desmontaje completo de edificio prefabricado/modular de estructura metálica ligera, con cerramientos y cubierta tipo panel, carpinterías metálicas/aluminio, pavimentos y acabados interiores, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo desatornillado o corte de uniones, retirada ordenada de paneles de fachada y cubierta, levantado de carpinterías, puertas, vidrios, falsos techos y luminarias, desconexión y desmontaje de instalaciones interiores, y retirada de tornillería y anclajes a losa. Comprende carga manual sobre camión/contenedor, transporte y gestión en gestor autorizado de los residuos no reutilizables, así como acopio de elementos recuperables. Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares, herramientas, grúa o elevador si fuera necesario, señalización, seguridad y limpieza final, dejando la zona libre y en condiciones para posteriores trabajos.

Edificio de control antiguo	1		24,00	24,00	
					24,00

01.05 **m Levantado de barandilla metálica de 100 cm**

Levantado con medios manuales y equipo de oxicorte de barandilla metálica recta de aproximadamente 1,00 m de altura, incluyendo el corte o desmontaje de anclajes, retirada de los elementos metálicos, carga manual sobre camión y gestión de residuos. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias.

Rampas	2	16,00		32,00	
Andén norte	1	114,00		114,00	
Andén sur	1	117,00		117,00	
					263,00

01.06 **m Desmontaje de cierre metálico**

Desmontaje completo de cierre metálico existente, con postes metálicos, pletinas, tornillería y anclajes sobre zapata o murete de hormigón. Comprende el corte o desatornillado de los elementos, extracción de postes y anclajes, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Andén norte	1	114,00			114,00	
	Andén sur	1	117,00			117,00	
	Carramiento aparcamiento	1	113,00			113,00	
	Cerramiento zona parque solar	1	130,00			130,00	
							474,00
01.07	**ud Desmontaje de torre de media tensión**						
	Desmontaje completo de torre metálica de línea de media tensión, incluyendo estructura soporte, crucetas, aisladores, herrajes, conductores, elementos de puesta a tierra y anclajes. Comprende la desconexión previa de la línea por empresa autorizada, desmontaje manual o mecánico de los elementos estructurales, corte o retirada de cimentaciones superficiales si existen, acopio y carga de materiales reutilizables, retirada de residuos y transporte a gestor autorizado. Incluye medios auxiliares, grúa, herramientas, mano de obra especializada y medidas de seguridad según Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RD 223/2008), R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctrico y normativa aplicable.						
	Torre de media tension	2				2,00	
							2,00
01.08	**ud Desmontaje de señalización**						
	Retirada completa de elementos de señalización vertical, informativa o direccionales existentes, incluyendo carteles, placas, paneles, mástiles, anclajes y cimentaciones superficiales si las hubiera. Comprende el desmontaje mecánico, desconexión eléctrica en caso de señalización iluminada, acopio y transporte de los elementos aprovechables, retirada y gestión de residuos conforme a la normativa vigente. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias según indicaciones de la Dirección Facultativa.						
	Señales y carteles generales	15				15,00	
							15,00
01.09	**ud Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco**						
	Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos, y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.						
	Arboles existentes	6				6,00	
							6,00
01.10	**PA Retirada servicios existentes**						
	Retirada y desmantelamiento de los servicios existentes en el ámbito de actuación, incluyendo todas las canalizaciones, arquetas, cableados, acometidas eléctricas y redes enterradas en desuso o que interfieran con las nuevas obras. Comprende el desmontaje y retirada manual o mecánica de canalizaciones, arquetas, cuadros eléctricos y cimentaciones, corte y desconexión segura de líneas activas, separación y clasificación de materiales, carga, transporte y gestión de residuos a vertedero o gestor autorizado, así como el saneo, relleno, compactación y limpieza final del terreno. Incluye replanteo, medios auxiliares, señalización, vallado, medidas de seguridad, control de riesgos eléctricos, herramientas, y dirección y supervisión de los trabajos, dejando la zona completamente despejada y en condiciones para la ejecución de las nuevas instalaciones.						
	Retirada de servicios	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES

02.01 **m** **Demolición de bordillo de hormigón**

Demolición de bordillo de hormigón asentado sobre base de hormigón, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo el levantado, rotura del mortero de agarre, limpieza de la zona, carga manual sobre camión o contenedor. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Acera sur llegada a aparcamiento	1	96,00		96,00	
Isa central aparcamiento	1	215,00		215,00	
Acera norte andenes	1	140,00		140,00	
					451,00

02.02 **m²** **Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico**

Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, mediante retroexcavadora equipada con martillo rompedor, incluyendo el corte, levantado y fragmentado del firme, carga mecánica sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye maquinaria, mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, así como la limpieza final de la superficie.

Aparcamiento	1	2.060,00		2.060,00	
Desvío línea media tensión	1	90,00	1,00	90,00	
					2.150,00

02.03 **m²** **Demolición de pavimento tipo panot**

Demolición de pavimento de baldosas y/o losetas de hormigón tipo panot, mediante martillo neumático, incluyendo el levantado, rotura de las piezas y de la capa de asiento, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Andén norte	1	300,00		300,00	
Andén sur	1	480,00		480,00	
Edificio de control	1	24,00		24,00	
					804,00

02.04 **m²** **Demolición de pavimento continuo de hormigón armado**

Demolición de pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, mediante martillo neumático y equipo de oxicorte para el corte de armaduras, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo la fragmentación, limpieza, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Acera Sur laparcamiento	1	105,00		105,00	
Isla central aparcamiento	1	662,00		662,00	
Acera norte andenes	1	424,00		424,00	
					1.191,00

02.05 **ud** **Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta**

Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta, incluyendo la desconexión y retirada de líneas eléctricas, desmontaje de envolvente metálica o de poliéster, anclajes, base de apoyo y elementos interiores. Comprende la carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para su posible reutilización. Incluye mano de obra cualificada, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad sobre riesgo eléctrico y normativa vigente.

armario	1			1,00	
					1,00

02.06 **m²** **Demolición cubierta de edificio existente**

Desmontaje completo de cubierta inclinada de teja existente, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo la retirada ordenada de las tejas, rastreles, tablero o elementos de apoyo, hasta dejar el plano del forjado estructural limpio y nivelado. La operación comprende igualmente la demolición de los aleros perimetrales de la cubierta, ejecutada con picas eléctricas o martillo ligero, garantizando la continuidad del plano estructural y evitando daños en los elementos contiguos. Se incluyen todos los medios auxiliares necesarios, así como el barrido y limpieza final del área de trabajo, dejando la cubierta completamente despejada, segura y lista para la posterior ejecución de la nueva impermeabilización de cubierta. La unidad comprende mano de obra especializada, herramientas,

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	medios mecánicos ligeros, protección de elementos contiguos y verificación final de limpieza y seguridad, conforme a las exigencias del CTE DB-SG, DB-SI y DB-SUA.						
	Edificio existente	1,05		36,00		37,80	
							37,80

CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA

03.01 **m² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos y tocones, hasta un**

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínimo 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Zona aparcamiento	1	4.926,00			4.926,00	
Zona balsa	1	831,00			831,00	
Zona parque solar	1	9.360,00			9.360,00	
						15.117,00

03.02 **m³ Desmonte de terreno**

Desmonte de terreno natural de arcilla semidura mediante medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de proyecto, incluyendo el arranque, carga, así como la carga de los materiales extraídos sobre camión o acopio lateral. En caso de afloramiento de nivel freático o presencia de aguas de infiltración, se incluye la colocación puntual de bomba de achique, con canalización provisional y evacuación del agua fuera del recinto de excavación, garantizando la estabilidad y sequedad del fondo durante la ejecución. Comprende la mano de obra, maquinaria, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo las operaciones de replanteo, control de cotas y limpieza final del fondo de excavación. El material sobrante según indique la dirección facultativa.

Area tráfico rodado	1	6.280,00	0,45	2.826,00	
Area tráfico peatonal	1	1.540,00	0,38	585,20	
Camino de acceso parque solar	1	1.840,00	0,20	368,00	
Zona ajardinada	1	260,00	0,80	208,00	
					3.987,20

03.03 **m³ Terraplenado de terreno**

Terraplenado mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material procedente de la propia excavación, su humectación o desecación si es necesaria y compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3 y hasta conseguir la cota de subrasante prevista en el proyecto. Incluye maquinaria, mano de obra, control de compactación, riegos, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Calculo auxiliar camino parque solar y aparcamiento	1	50,00		50,00	
					50,00

03.04 **m² Refino y planeo de una excavación**

Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.

Zona aparcamiento	1	8.270,00		8.270,00	
Camino parque solar	1	1.836,00		1.836,00	
					10.106,00

03.05 **m³ Excavación balsa**

Excavación de tierras para formación de balsa en arcilla semidura, ejecutada por medios mecánicos (excavadora y apoyo de carga), conforme a las rasantes, taludes y geometría del proyecto, con perfilado y saneo del fondo y taludes, gestión de aguas (achiques menores) y retirada de materiales inadecuados.

Balsa	1	56,00	6,00	1,80	604,80

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							604,80

CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN

SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE SOLAR

04.01.01 **Camino de zahorra artificial ZA-25 de 20**

Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

Camino parque solar	1	1.836,00		1.836,00	
					1.836,00

SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION APARCAMIENTO

04.02.01 **m² Geotextil no tejido de polipropileno 150 g/m²**

Suministro y colocación de geotextil no tejido de polipropileno de 150 g/m², con funciones de separación y filtración, dispuesto directamente sobre el terreno natural regularizado y compactado, actuando como capa separadora entre la explanada y la subbase granular. La colocación se realizará en bandas continuas, con solapes mínimos de 30 cm, tensado manual, sin pliegues, y con remontes laterales hasta la cota superior de la subbase. Incluye suministro, transporte, extendido, solapes, recortes, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución.

Aparcamiento drenante	2	5.845,00		11.690,00	
Aparcamiento reforzado drenante	1	175,00		175,00	
					11.865,00

04.02.02 **m³ Subbase de grava machacada 4/20 mm**

Ejecución de subbase de grava machacada 4/20 mm, con un espesor total de 30 cm, extendida en tongadas de 10–15 cm, humedecida si es necesario y compactada mecánicamente hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación, humectación, compactación con rodillo vibrante o bandeja mecánica, control de densidad y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Aparcamiento drenante	1	5.845,00	0,30	1.753,50
Aparcamiento reforzado drenante	1	175,00	0,20	35,00
Isletas marquesinas	1	91,00	0,15	13,65
				1.802,15

04.02.03 **m³ Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm**

Ejecución de capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm, con un espesor de 5 cm, extendida sobre la subbase previamente compactada, nivelada y limpia, formando una base regular para la colocación del adoquín microporoso. La gravilla será de árido silíceo o calizo duro, lavada, exenta de finos, polvo y materia orgánica, garantizando la permeabilidad y estabilidad del pavimento. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación y planeo final, así como la mano de obra, herramientas y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Aparcamiento drenante	1	5.845,00	0,05	292,25
Aparcamiento reforzado drenante	1	175,00	0,05	8,75
Aparcamiento accesos	1	231,00	0,05	11,55
				312,55

04.02.04 **m² Pavimento adoquinado bicapa**

Suministro y colocación de adoquín microporoso de hormigón prefabricado, formato 15×15×10 cm, con separadores laterales de 3 mm. El material dispondrá de una estructura microporosa continua, con capacidad de infiltración certificada = 2.624 mm/h, equivalente a un caudal de 7.290 l/(s·ha). Resistencia mínima a compresión: 50 N/mm²; resistencia a flexotracción = 5 N/mm². Coeficiente de permeabilidad y durabilidad conforme a la norma UNE-EN 1338 para adoquines de hormigón. Incluye suministro de adoquines, transporte, colocación, rejuntado, compactación superficial con placa vibrante de goma, limpieza final, medios auxiliares, control de nivelación y todas las medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución.

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Aparcamiento drenante	1		5.845,00		5.845,00	
	Aparcamiento reforzado drenante	1		175,00		175,00	
	Aparcamiento accesos	1		231,00		231,00	
							6.251,00

04.02.05 **m² Hormigón drenante**

Ejecución de pavimento de hormigón drenante de 10 cm de espesor, colocado sobre la subbase previamente compactada y regularizada, con resistencia característica fck = 25 MPa, porosidad efectiva 15–25 %, densidad 1.700–1.900 kg/m³. El hormigón se fabricará con árido grueso de granulometría controlada (4/12 mm), contenido reducido de finos y aditivos plastificantes para mantener la trabajabilidad sin pérdida de porosidad. La puesta en obra se realizará con extendedora, sin vibrado intenso, acabado superficial con rodillo. Incluye suministro del material, extendido, planeo, curado, juntas de retracción, limpieza final, control de calidad y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

Aparcamiento reforzado drenante	1		175,00	175,00	
					175,00

04.02.06 **m² Base de zahorra artificial 0/32 e=20 cm**

Capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC “Secciones de firme” (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

Aparcamiento accesos	1		231,00	231,00	
					231,00

04.02.07 **m² Solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor**

Ejecución losa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acceso aparcamiento, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.

Aparcamiento accesos	1		231,00	231,00	
					231,00

04.02.08 **m² Rampa prefabricada de hormigón para paso peatonal**

Suministro y colocación de rampa prefabricada de hormigón armado de 10cm de espesor para paso peatonal, compuesta de losas modulares de hormigón prefabricado, adecuadas para tránsito peatonal, ancladas y asentadas sobre base nivelada. La rampa incluirá: acabado antideslizante, pendiente conforme a normativa de accesibilidad y remate con el pavimento de adoquín. Se incluye el transporte al punto de obra, montaje sobre base, nivelación, unión entre módulos, juntas de dilatación y limpieza final. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias. Condiciones específicas: Los módulos prefabricados serán de hormigón HA-25/B/20 (o equivalente) con acabado antideslizante Clase C, inclinación = 8 % o según normativa de accesibilidad local, y anchura mínima según proyecto.

Rampa de acceso norte	2		11,00	22,00	
Rampa de acceso sur	2		11,00	22,00	
					44,00

SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL

04.03.01 **m² Baldosa prefabricada de hormigón 40×20×5 cm, tipo rugoso antides**

Suministro y colocación de pavimento de baldosas prefabricadas de hormigón de 40×20×5 cm, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y rejuntadas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor debidamente nivelada. Incluye el suministro de materiales, preparación de la superficie de apo-

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	yo, extendido del mortero, colocación, alineación y nivelación de las baldosas, rejuntado, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución. Cumplirá lo especificado en el artículo 691 del PG-3, y en la Norma UNE-EN 1339 para losas de hormigón para pavimentación.						
	Acerado	1	1.518,00			1.518,00	
	Botones	-1	8,00			-8,00	
	Acanaladuras	-1	23,00			-23,00	
							1.487,00
04.03.02	**m² Solera de hormigón HM-20 para zona peatonal**						
	Ejecución de pavimento de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acerado, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.						
	Acerado	1	1.518,00			1.518,00	
							1.518,00
04.03.03	**m² Base de zahorra artificial 0/32 acera e=20 cm**						
	Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC “Secciones de firme” (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.						
	Acerado	1	1.518,00			1.518,00	
							1.518,00
04.03.04	**m Bordillo - tipo recto 15x25cm C5**						
	Suministro y colocación de bordillo recto de hormigón, monocapa, sección 15×25 cm, clase C5, con clase climática B (absorción = 6 %), clase resistente a la abrasión H (huella = 23 mm) y clase resistente a flexión S (R = 3,5 N/mm²), conforme a UNE-EN 1340 y UNE 127340. Colocado sobre base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo. Rejuntado (junta = 5 mm) con mortero M-5 industrial. Incluye p.p. de topes/contrafuertes al dorso y lado calzada, alineación, nivelación, replanteo, cortes y piezas especiales, limpieza final y medios auxiliares necesarios.						
	Acerado andén	1	532,00			532,00	
	Acerado edificio complementario	1	111,00			111,00	
							643,00
04.03.05	**m Bordillo tipo jardinera, enrasado con el pavimento 20x8**						
	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón tipo jardinera, de 20×8 cm de sección, enrasado con el pavimento de adoquín adyacente, para delimitación de zonas ajardinadas o isletas. Las piezas serán de resistencia característica = 35 MPa, absorción = 6 %, y acabado liso o biselado superior, conforme a la norma UNE-EN 1340. La colocación se realizará sobre cama de mortero M-5 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada y alineada, con relleno lateral de mortero o arena estabilizada según la unión con el pavimento contiguo. El bordillo se dispondrá enrasado con el pavimento adoquinado, garantizando la continuidad superficial sin resaltes y respetando las pendientes de drenaje del proyecto. Incluye el suministro, corte y ajuste de piezas, nivelación, rejuntado de juntas (= 5 mm), compactación de rellenos laterales, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.						
	Isletas	1	360,00			360,00	
	Jardín sur	1	146,00			146,00	
	Acceso norte	1	21,00			21,00	
	Acceso sur	1	21,00			21,00	
	Jardín oeste	1	33,00			33,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							581,00
04.03.06	**m² Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris**						
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.						
	Andén norte	1	90,00	0,60		54,00	
	Andén sur	1	90,00	0,60		54,00	
							108,00
04.03.07	**m² Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color rojo**						
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color rojo, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, formada por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido y totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.						
	Andén norte	1	90,00	0,60		54,00	
	Andén sur	1	90,00	0,60		54,00	
							108,00
04.03.08	**m² Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco**						
	Suministro y colocación de pavimento cerámico acanalado direccional, de 30×30×1,5 cm, color blanco, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá como franja de guiado longitudinal para orientación de personas con discapacidad visual, en recorridos accesibles de andenes, pasos o zonas de tránsito, garantizando la alineación continua de las acanaladuras y su correcta orientación en el sentido de la marcha. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las baldosas se recibirán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con juntas selladas con mortero hidráulico, asegurando la continuidad funcional y estética del pavimento. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado, funcional y terminado.						
	Andén norte	1	90,00	0,30		27,00	
	Andén sur	1	90,00	0,30		27,00	
							54,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
04.03.09	**m² Baldosa antideslizante 40x40 cm color gris**						
	Ejecución de pavimento de losas prefabricadas de hormigón de 40×40×5 cm, color gris natural, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y selladas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor, nivelado y regleado. Debajo del mortero se dispondrá lámina impermeabilizante bicapa de betún modificado SBS, adherida al soporte de hormigón del andén mediante imprimación bituminosa previa, con solapes mínimos de 8 cm y refuerzos en encuentros. Incluye el suministro de materiales, preparación y limpieza del soporte, imprimación, colocación de la impermeabilización, formación de capa de mortero, colocación, ajuste y rejuntado de las losas, limpieza final, control de calidad y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución. Conforme a lo establecido en el PG-3 (artículos 542 y 691), y a las normas UNE-EN 1339 (losas de hormigón para pavimentación) y UNE-EN 13707 (láminas bituminosas para impermeabilización).						
	Andén norte	1	90,00	2,50		225,00	
	Andén sur	1	90,00	3,50		315,00	
							540,00
04.03.010	**m² Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm**						
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color gris, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.						
	Acerado	1		8,00		8,00	
							8,00
04.03.11	**m² Baldosa con acanaladuras 60x40 cm color gris**						
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.						
	Acerado	1		23,00		23,00	
							23,00

SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

DDHDJHT	**m² Pavimento asfáltico para tráfico pesado T2 incluso base**						
	Formación de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada tipo E1, compuesto por: capa granular de 40 cm de espesor de zahorra artificial ZA-25, con coeficiente de Los Ángeles = 30, adecuada para tráfico T2; riego de imprimación mediante aplicación de emulsión bituminosa tipo ECI; capa base de 15 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 30, filler calizo y betún asfáltico B 60/70; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa intermedia de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 BIM D, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 40/50; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B, según UNE-EN 13108-2, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 60/70. Ejecutado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» (Orden Circular 6/2022 del MITMA) y al Pliego PG-3.						
	Reposición pavimento media tension	1		86,00		86,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							86,00

CAPÍTULO 05 INSTALACIONES

SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO

05.01.01 **m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Tubería 63mm	1	8,00	0,60	0,80	3,84	
						3,84

05.01.02 **m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Relleno colector 63	1	8,00	0,60	0,27	1,30	
						1,30

05.01.03 **m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Zanja Abastecimiento						
Relleno colector 63	1	8,00	0,60	0,50	2,40	
						2,40

05.01.04 **ud Conexion y acometida agua potable**

Ejecución de nueva acometida de agua potable del edificio de complementario, con conexión a la red principal existente, incluyendo la realización de la conexión a la conducción general de abastecimiento, colocación de válvula de corte de bola Ø63 mm, contador general homologado, y todos los accesorios de unión, compresión y estanqueidad necesarios. Comprende asimismo la ejecución de arqueta de ladrillo macizo, con dimensiones interiores mínimas 0,38×0,38 m, enfoscada y pintada, provista de tapa y marco de acero inoxidable AISI 316L homologados, relleno y fijación al pavimento, y chapa identificativa en acero inoxidable para localización de válvula y contador. Incluye las demoliciones necesarias, restitución del pavimento afectado, remates, raseados, enlucidos, pruebas de estanqueidad y limpieza final, dejando la acometida completamente terminada, en servicio y conforme a las normas de la empresa de abastecimiento.

Conexión acometida abastecimiento	1				1,00	
						1,00

05.01.05 **ud Arqueta de registro de 40x40**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.

Conexión Abas existente	1				1,00	
Conexión red de riego y edificio complementario	1				1,00	
						2,00

05.01.06 **m Tuberia PE Ø63mm**

Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	color negro con bandas de color azul, de 63 mm de diámetro exterior y 3,8 mm de espesor, SDR17, PN=10 atm, enterrada.						
	Colector abastecimiento	1	8,00			8,00	
							8,00

SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO

05.02.01 **m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Tubería 400mm	1	165,00	0,80	1,30	171,60	
Desmonte	-1	165,00	0,80	0,45	-59,40	
Tubería 200mm	1	8,00	0,50	0,80	3,20	
Tubería 110mm	1	55,00	0,40	0,60	13,20	
Desmonte	-1	55,00	0,40	0,45	-9,90	
						118,70

05.02.02 **m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Relleno colector 400	1	165,00	0,80	0,15	19,80	
Relleno colector 200	1	8,00	0,50	0,15	0,60	
Relleno colector 110	1	23,30	0,40	0,15	1,40	
						21,80

05.02.03 **m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Zanja para fecales						
Relleno colector 400	1	165,00	0,80	0,60	79,20	
Relleno colector 200	1	8,00	0,50	0,30	1,20	
Relleno colector 110	1	55,00	0,40	0,15	3,30	
						83,70

05.02.04 **ml Colector hormigón armado Ø400mm**

Suministro y colocación de tubería de hormigón armado DN 400 mm para saneamiento sin presión, fabricada con cemento SR (resistente a sulfatos) y clase 90, con marcado CE conforme a UNE-EN 1916 y UNE 127917.Unión macho-hembra con junta elastomérica de caucho estanco (EPDM o NBR) según UNE-EN 681-1, garantizando la estanqueidad de la conducción. Incluye transporte, manipulación, alineación, nivelación, montaje y unión de tubos en zanja, así como la colocación de piezas especiales (manguitos, reducciones y derivaciones), limpieza interior, taponado de extremos durante el montaje y pruebas de estanqueidad conforme a UNE-EN 1610.No incluye excavación, cama de asiento ni rellenos, que se miden en partidas independientes. Tubería apta para instalación en terrenos con agresividad química (presencia de sulfatos). Totalmente instalado y probado.

Colector principal fecales	1	165,00			165,00	
						165,00

05.02.05 **m Tubería PVC corrugado Ø200mm**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

Conexión fecal cafeteria	1	8,00			8,00	
						8,00

05.02.06 **m Tubería PVC corrugado Ø110mm**

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 110 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.						
	Aliviador fecal	1	55,00			55,00	
							55,00
05.02.07	**ud Pozo de registro de ladrillo de 1 m de diámetro y 1,6 m de profu**						
	Pozos saneamiento	8				8,00	
							8,00
	SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES						
05.03.01	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**						
	Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Tubería 600mm	1	165,00	1,10	1,50	272,25	
	Desmonte	-1	165,00	1,10	0,45	-81,68	
	Tuberia 315mm	1	51,00	0,60	1,50	45,90	
	Desmonte acera	-1	51,00	0,60	0,38	-11,63	
	Tubería 200mm	1	25,00	0,60	1,00	15,00	
	Desmonte	-1	25,00	0,60	0,45	-6,75	
							233,09
05.03.02	**m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**						
	Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.						
	Relleno colector 600	1	165,00	1,10	0,80	145,20	
	Relleno colector 315	1	51,00	0,60	0,10	3,06	
	Relleno colector 200	1	25,00	0,60	0,10	1,50	
							149,76
05.03.03	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**						
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.						
	Relleno colector 315	1	51,00	0,60	0,80	24,48	
	Relleno colector 200	1	25,00	0,60	0,45	6,75	
							31,23
05.03.04	**ml Colector PVC corrugada Ø200mm**						
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.						
	Conexiones a imbornales	1	25,00			25,00	
							25,00
05.03.05	**ml Colector PVC corrugada Ø315mm**						
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.						
	Conexiones a imbornales	1	51,00			51,00	
							51,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.03.06	**ml Colector PVC corrugado drenante Ø600mm**						
	Suministro y colocación de tubería de PVC corrugado perforado DN 600 mm, doble pared, interior liso y exterior corrugado, clase SN8, con marcado CE según UNE-EN 13476-3, unida mediante manguito y junta elastomérica EPDM según UNE-EN 681-1. Incluye transporte, manipulación, alineación, unión y montaje en zanja, y limpieza interior. Totalmente instalado y operativo.						
	Colector principal pluvial	1	165,00			165,00	
							165,00
05.03.07	**ud Imbornal prefabricado de hormigón, de 50x30x60 cm.**						
	Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 50x30x60 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y sin incluir la excavación.						
	Paso eleveado	4				4,00	
							4,00
05.03.08	**ud Pozo de registro pluviales**						
	Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, hasta 1,6 de profundidad útil, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.						
	Pozos pluviales	6				6,00	
							6,00
05.03.09	**m³ Relleno/colmatación de balsa con RCD inertes limpios valorizados**						
	Relleno Balsa	0,6	56,00	6,00	1,80	362,88	
							362,88

SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA

APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA TENSIÓN

SDVVS	**PA Paso de vias**						
	Ejecución del paso de instalaciones por debajo de la vías, incluye excavación de zanja, colocación de 6 tubos de 200mm, la intalación de la tubería debajo de la infraestructura ferroviaria existente y el posterior relleno de hormigón, todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.						
	Paso de vias	1				1,00	
							1,00
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**						
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Canalización baja tensión	1	350,00	0,60	1,00	210,00	
	Arquetas	1	30,00	0,60	1,20	21,60	
							231,60
WFWFE	**m³ Hormigón HM-20, para protección de conducciones**						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.						
	Canalización baja tensión	1	350,00	0,60	0,25	52,50	
							52,50
SVSDVBBSB122	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**						
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.						
	Canalización baja tensión	1	350,00	0,60	0,30	63,00	
							63,00
EFGWEGWE114	**ud Arqueta prefabricada tipo A1**						
	Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.						
	Arquetas A1	30				30,00	
							30,00
	SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS						
SFM030102	**ud Cuadro inst. FV aparcamiento**						
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 k. - 1 Ud. Int. Aut. IV/400 A regulado a 380A de la marca Schneider modelo ComPact NSX400N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX160N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/40 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/25 A de la marca Schneider Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.						
	CUADRO 01	1				1,00	
							1,00
SFM030103	**ud Cuadro inst. FV planta**						
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. - 1 Ud. Int. Aut. IV/1000A IV MAster Pack MTZ1 Tipo H1 4 polos - 1 Ud. Int. Aut. IV/630 A regulado a 350A de la marca Schneider modelo ComPact NSX630N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 3 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX250N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.						
	CUADRO 02	1				1,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							1,00
SFM030104	**ud Cuadro Servicios Estación**						
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.						
	- 1 Ud. Int. Aut. IV/100A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/63 A 10kA Cafetería - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A 10kA Cargador vehículo eléctrico - 1 Ud. Int. Aut. IV/32 A 10kA Alumbrados de estación - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II						
	Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.						
		1				1,00	
							1,00
SFM030105	**ud Cuadro Recarga de vehículos eléctricos**						
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.						
	- 1 Ud. Int. Aut. IV/63A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/40A 10kA Cargador - 1 Ud. interruptor automatico diferencial 4/40A/300mA - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II						
	Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.						
		1				1,00	
							1,00
SFM030106	**ud Cuadro de alumbrado de la estación**						
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfileria DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.						
	- 1 Ud. Int. Aut. IV/25A IV General - 5 Ud. Int. Aut. IV/10 A 10kA L01, L02, L03. Anden 01 y Anden 02 - 5 Ud. interruptor automatico diferencial 4/25A/30mA - 7 Ud. interruptor automatico diferencial 2/25A/30mA - 1 Ud. interruptor automatico diferencial 2/40A/30mA - 7 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (alumbrados) - 1 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (Tomas sala) - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II						
	Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.						
		1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS

CAB240BT **m Línea de 4x240mm2 RZ1(S) Al 0.6/1kV, bajo tubo corrugado D.200m**

Suministro e instalación de red de BT, terna de cable XZ1 Al 0.6/1kV 4x1x240mm2, para instalación entubada, incluso conexionado de la red en armarios.

DE CUADRO CUBIERTAS A CUADRO PLANTA FV	3	340,00			1.020,00	
DE CUADRO PLANTA FV A INTERIOR DE CT	4	26,00			104,00	
						1.124,00

LGA50 **m Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**

Suministro e instalación de línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m

DER.INDIV ESTACIÓN	65				65,00	
						65,00

1F5X25 **m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

de CUADRO SERVICIOS A CUADRO CAFETERIA	48				48,00	
						48,00

1F5X35 **m Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

DE C. SERVICIOS A C. CARGADORES	14				14,00	
						14,00

1F5X10 **m Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex

DE C. SERVICIOS A C. ALUMBRADO	12				12,00	
						12,00

LGA150 **m Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**

Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.

DESDE CT SFM A CUADRO CONMUTACIÓN	1	340,00			340,00	
						340,00

SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud Documentaciones y tramitaciones**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

	1				1,00	
						1,00

PRUEBAS **ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

	1				1,00	
						1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA TENSIÓN

1228.95 **m** **Canalización media tensión**

Ejecución de zanja, profundidad de servicio ˜ 0,80–1,00 m y ancho de fondo 0,50 m (ajustable según nº de conductos), en terreno natural, con cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos PEAD corrugado doble pared SN8 (Ø160 mm) en paralelo con guía pasacables, relleno lateral con arena, capa de protección superior 10 cm, cinta de señalización con traza metálica a 30 cm sobre los tubos y relleno/compactación del resto con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, achiques puntuales, manejo y alineación de conductos, ensamble con manguitos/juntas, compactación por tongadas y limpieza final. (No incluye reposición de firmes/pavimentos).

Canalización	1	320,00		320,00	
					320,00

ARQ120X60 **ud** **Pozos de registro**

Suministro y colocación de arqueta prefabricada de hormigón 80×80×80 cm con marco y tapa clase B125/C250 imbornales para tubos Ø160, solera de limpieza, cama de mortero y sellado de pasos con manguitos estancos. Incluye replanteo, excavación local, asiento, nivelación, conexiones a conductos, relleno/compactación perimetral y limpieza final.

Pozos de registro	7			7,00	
					7,00

DFBDFBFB **PA** **Recrecido arquetan andén**

Adecuación de arqueta de media tensión situada bajo la futura ampliación del andén, consistente en la preparación y ejecución del registro para su integración en la nueva estructura, mediante recrecido de la arqueta hasta la cota prevista del pavimento e instalación de los elementos necesarios para la ejecución de la arqueta hasta la cota de coronación del andén. Incluye el replanteo y protección de la línea de MT, apertura y limpieza del entorno, ejecución del recrecido con hormigón, colocación de pates homologados, sellado de pasos de conductos, drenaje de fondo si procede y ejecución del refuerzo perimetral de la arqueta con barras B500S Ø12 y hormigón HA-30. Comprende todos los materiales, medios auxiliares, herramientas y trabajos necesarios para dejar la arqueta de registro ejecutada y enrasada en la coronación del andén, lista para su integración final.

arqueta media tensión	1			1,00	
					1,00

SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR

SFM 04 01 **ud** **Suministro e intalación Tansformador de potencia 630kVA**

Suministro e instalación de transformador trifásico de distribución, seco encapsulado de 630kVA, incluye desmontaje y retirada de transformador existente.
El transformador de 630kVA de distribución seco, de las siguiente caracteríticas:

Potencia asiganada	630kVA
Tensión asiganda primario	15.4kV
Tensión asignada secundaria (Ur)	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas de vacio Po	990 (W)
Pérdidas en carga Pk	6.350 (W)
Nivel de potencia acústica LwA	51 dB
Dimesiones	
Largo	1725mm
Ancho	820mm
Alto	1630mm
Peso total	1970 kg

El transformador deberá estar diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Cominisón Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier2) válidos para los mercados de la unión europea.

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Totalmente montado y funcionando	1				1,00	
							1,00
	APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS						
1F5X25	**m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex						
	CARGADOR 1	35				35,00	
	CARGADOR 2	39				39,00	
	CARGADOR 3	39				39,00	
							113,00
REEVHE	**ud Poste de recarga ext. marca CIRCUTOR modelo URBAN T22-C2 Gen3**						
	Suministro e instalación de poste de recarga exterior de la marca CIRCUTOR modelo URBAN T 22-C2 Gen 3 o similar,con las siguientes características: - Comunicación Ethernet/Wi Fi - Tipo de salida: 400 Vca-32 A -22 kW - Corriente de entrada 67 A - Tipo de conector: Cable Tipo 2 - Tipo de red: Trifásica - Modo de recarga: 3 - Nº de tomas: 2 - Proptección diferencial: tipo A. Debera ir equipado con: - Puertas antivandálicas para tomas Tipo 2 - Protección diferencial Tipo A con reconexión automática. - Protector contra sobretensiones transitoria IEC 61643-1 Clase II.						
		3				3,00	
							3,00
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones**						
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.						
		1				1,00	
							1,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**						
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.						
		1				1,00	
							1,00
WFWFE	**m³ Hormigón HM-20, para protección de conducciones**						
	Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.						
	Canalizaciones VE	1	30,00	0,60	0,15	2,70	
							2,70
SVSDVBBSB122	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**						
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.						
	Canalización baja tensión	1	30,00	0,60	0,40	7,20	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							7,20
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**						
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Canalización baja tensión	1	30,00	0,60	1,00	18,00	
	Arquetas	1	10,00	0,60	1,20	7,20	
							25,20
REGERGHEH	**m Canalización subterránea de protección del cableado VE**						
	Canalización subterránea de protección del cableado de recarga de vehículos eléctricos formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.						
	Tubo 90	3	35,00			105,00	
							105,00
EFGWEGWE114	**ud Arqueta prefabricada tipo A1**						
	Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.						
	Arquetas A1	10				10,00	
							10,00
	APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO						
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones**						
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.						
		1				1,00	
							1,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**						
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.						
		1				1,00	
							1,00
	SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO						
	APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO						
EWEBERV	**m Canalizaciones alumbrado**						
	Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.						
	Canalización Alumnbrado	1	662,00			662,00	
							662,00
SVSVSV	**ud Arquetas 40x40 cm**						
	Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 40×40 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.						
	Arquetas 40x40cm	50				50,00	
							50,00
ERGEGB	**ud Arquetas 60x60 cm**						
	Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 60×60 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.						
	Arquetas 60x60cm	36				36,00	
							36,00
WEVWEV	**ud Basamento para columnas**						
	Ejecución de unidad de basamento de hormigón armado HA-30/B/20/XS1, de dimensiones 1.000 × 500 × 500 mm, destinado al apoyo de columna metálica. Incluye Mano de obra, medios auxiliares, seguridad, señalización temporal y control de ejecución.						
	Baculos	53				53,00	
							53,00
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**						
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Canalización baja tensión	1	662,00	0,60	0,60	238,32	
	Arquetas	1	86,00	0,50	0,60	25,80	
	Desmonte	-1	662,00	0,60	0,40	-158,88	
							105,24

APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO

SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO CONTROL

GLL080201	**m**	**Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**					
	Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.						
	LÍNEA 01	443				443,00	
	LÍNEA 02	361				361,00	
	LÍNEA 03	113				113,00	
							917,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
GLL080203	**m Conductor de Puesta a Tierra 35mm² de Cu desnudo**						
	Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, colocdo bajo cama de arena, conexionado.						
	RED COLUMNAS	1	706,00			706,00	
	PÉRGOLA 01	1	38,00			38,00	
	PÉRGOLA 02	1	30,00			30,00	
	PÉRGOLA 03	1	20,00			20,00	
	PÉRGOLA 04	1	15,00			15,00	
	ANDEN 01	1	100,00			100,00	
	ANDEN 02	1	100,00			100,00	
							1.009,00
GLL080204	**u Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**						
	Toma de tierra con pica, brida conexion, cable y caja seccionadora.						
	LÍNEA 1	9				9,00	
	LÍNEA 2	6				6,00	
	LÍNEA 3	2				2,00	
	PÉRGOLA 1	2				2,00	
	PÉRGOLA 2	2				2,00	
	PÉRGOLA 3	2				2,00	
	PÉRGOLA 4	2				2,00	
	ANDEN1	3				3,00	
	ANDEN 2	3				3,00	
							31,00
GLL080210	**m Linea 2X2,5 mm+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Línea 2X2,5 mm +T.tierra, bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex, para enlace de caja de fusibles con luminaria.						
	COLUMNAS 4M	28	5,00			140,00	
	COLUMNAS 6M	54	7,00			378,00	
							518,00
GLL080211	**u Caja de fusibles para alumbrado público IP13**						
	Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles						
	COLUMNAS	48	1,00			48,00	
							48,00
CONTT-COL	**u Conexión de red tierra con soporte de luminaria**						
	Conexión de tierra a soporte de luminarias con cable aislado de 16mm².						
	COLUMNAS	48	4,00			192,00	
							192,00

SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS

AP-LL-02	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX10 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 4.704 lm con una potencia de 36.0 W. Sobre columna de 6 metros Totalmente montada y funcionando.						
	Luminarias a 6m	1				1,00	
							1,00
AP-LL-03	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 4300 lm con una potencia de 32.0 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.						
		10				10,00	
							10,00
AP-LL-04	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX10 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 3825 lm con una potencia de 28.5 W. Sobre columna						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.						
		2				2,00	
							2,00
AP-LL-05	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 1.914 lm con una potencia de 14.6 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.						
	LUMINARIAS A 4 m	34				34,00	
							34,00
AP-LL-06	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX10 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2975 lm con una potencia de 22.0 W. Sobre columna de 8 metros. Totalmente montada y funcionando.						
		28				28,00	
							28,00
AP-LL-07	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED30-4S/730 PSD DX10 FG**						
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2550 lm con una potencia de 20.5 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.						
		2				2,00	
							2,00
	SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS						
AP-CL-04	**ud Columna de 4.0, con un acoplamiento en punta**						
	Suministro y colocación de columna de 4.0m, con un acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.						
	5	8				8,00	
	5	8				8,00	
	7	2				2,00	
							18,00
AP-CL-04-04	**ud Columna de 4.0, con dos acoplamientos en punta**						
	Suministro y colocación de columna de 4.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.						
	5-5	8				8,00	
							8,00
AP-CL-06	**ud Columna de 6.0, con un acoplamiento en punta**						
	Suministro y colocación de columna de 6.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A60. E·-1ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.						
	2	1				1,00	
	4	2				2,00	
							3,00
AP-CL-08	**ud Columna de 8.0, con acoplamiento en punta.**						
	Suministro y colocación de columna de 8.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.						
	3	8				8,00	
							8,00
AP-CL-08-08	**ud Columna de 8.0, con doble acoplamiento en punta.**						
	Suministro y colocación de columna de 8.0m, con doble acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.						
	6	14				14,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							14,00
AP-CL-08-04	**ud Columna de 8.0, con acoplamiento en punta y otro a 4.0m.**						
	Suministro y colocación de columna de 8.0m, con un acoplamientos en punta y otro a 4.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.						
	5-3	2				2,00	
							2,00

SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN

AP0401	**ud Drivers para lámparas LED modelo CITIDIM o similar**						
	Suministro y colocación de dirvers CITIDIM o similar para lámparas LED de las siguientes características:						
	Tensión de alimentación nominal: 220/240V						
	Tensión de entrada (rango de trabajo): 198/264V AC						
	Factor de potencia >0.98 (a plena carga)						
	Out put						
		350mA-500mA-700mA	700mA-1000mA-1.400mA				
	Potencia	350mA:30W-90W	700mA: 30W-82W				
		500mA:30W-90W	1.000mA: 33W-91W				
		700mA: 30-90W	1400mA: 30.8W-89.5W				
	Seleción de corriente	Mediante jumpers					
	Eficiencia driver	>90% (a plena carga)					
	Distorsión armónica	<10%					
	Tc max	70ºC.					
	Totalmente montado y funcionando.						
		77				77,00	77,00
							77,00
AP0402	**ud Sistema de control ,CITILUX GSM de ARELSA o similar**						
	Suministro e instalación en cuadros de terminal CITILUX de la marca ARELSA o similar.						
		1				1,00	1,00
							1,00

SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y TRAMITACIONES

GLL080601	**Tramitación del Proyecto y boletines de instalador en la DGI**						
	Partida alzada a justificar de tramitación, incluyendo el pago de tasas, del Proyecto, boletines de instalación y OCA en la Dirección General de Industria.						
		1				1,00	
							1,00
GLL080602	**Inspección por OCA de la instalación**						
	Partida alzada a justificar de inspección por parte de OCA, la OCA se realizará para cumplimiento del RBT y el cumplimiento del RD 1890/2008 de eficiencia energética incluyendo pago de la OCA hasta recogida de informe favorable.						
		1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
GLL080610	**Redacción de planos " as built" según normativa de la cia.**						
	Redacción de planos " as built" según normativa de cia suministradora. Se hará entrega en formato *.dwg y formato *.pdf.	1				1,00	
							1,00
	APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS APARCAMIENTO						
1H5X2.5	**m Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.						
	PÉRGOLA 01	85				85,00	
	PÉRGOLA 02	65				65,00	
	PÉRGOLA 03	45				45,00	
	PÉRGOLA 04	35				35,00	
							230,00
ESC0307	**m Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**						
	Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.						
	PÉRGOLA 1	2	25,00			50,00	
	PÉRGOLA 2	2	60,00			120,00	
	PÉRGOLA 3	2	94,00			188,00	
	PÉRGOLA 4	2	130,00			260,00	
							618,00
GLL080211	**u Caja de fusibles para alumbrado público IP13**						
	Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles						
	PÉRGOLA 1	2				2,00	
	PÉRGOLA 2	2				2,00	
	PÉRGOLA 3	2				2,00	
	PÉRGOLA 4	1				1,00	
							7,00
1F3X6	**m Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.						
	PÉRGOLA 01	72				72,00	
	PÉRGOLA 02	96				96,00	
	PÉRGOLA 03	124				124,00	
	PÉRGOLA 04	150				150,00	
							442,00
LUMLEDPERG	**u Luminaria estanca para pérgolas de aparcamiento**						
	Sumnistro e instalación de luminaria estanca de la marca PHILIPS modelo 911401837080 WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 CORE LINE 4000K o similar . Incluye equipo electrónico. Lúmenes disponibles 2500lm/4000K con un consumo de 20.5W. Eficiencia del sistema real hasta 105lm/W, CRI 80. Tensión de red 220-240 Vac. Mantenimiento luminoso L70>54.000h a 25ºC. Dimensiones luminaria 1200x57x57mm. Marcado CE.						
	PÉRGOLA 1	16				16,00	
	PÉRGOLA 2	12				12,00	
	PÉRGOLA 3	10				10,00	
	PÉRGOLA 4	4				4,00	
							42,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA ESTACIÓN

03.04 **m² Refino y planeo de una excavación**

Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.

ANDEN 1	90					90,00	
ANDEN 2	90					90,00	
							180,00

XBX X **m Led lineal exterior IP67 4000K, 1730 lm/m , 24 V dc, 19'2 W/m**

Suministro e instalación de led lineal para exterior o interior, IP67 4000K, 1730 lm/m, 24V CRI 80 y 19,2 W/m, regulable modelo Moon 19,2 de Lluira o similar
Inclye:
- Perfil para empotrar en pladur ST57
- Tapa final blanca ST57
- Difusor mate 2102152
- Pletina
- Material necesario para su correcta colocación
- Parte proporcional de fuente de alimentación clase II

Totalmente montado y funcionando.

ANDEN 1	90					90,000	
ANDEN 2	90					90,000	
							180,00

EDE010501 **ud Bloque de emergencia 150 lum**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

ANDEN 1	18					18,00	
ANDEN 2	18					18,00	
ALMACÉN	2					2,00	
BARRERAS CONTROL	4					4,00	
CUARTO TÉCNICO	2					2,00	
							44,00

GLL080211 **u Caja de fusibles para alumbrado público IP13**

Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles

ALUMBRADO	6					6,00	
AL. EMERGENCIA	2					2,00	
							8,00

ESC0307 **m Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**

Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.

ANDEN 1	1	62,00				62,00	
ANDEN 2	1	74,00				74,00	
							136,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
GLL080201	**m Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**						
	Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV.						
	Conductor:						
	Metal: Cobre electrolítico recocido.						
	Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228						
	T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito.						
	Aislamiento						
	Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1						
	Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1						
	Cubierta interior						
	Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.						
	Armadura						
	Fleje de acero						
	Cubierta exterior						
	Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.						
	Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.						
	ANDEN 1	1	217,00			217,00	
	ANDEN 2	1	163,00			163,00	
	ANDEN 1 EMERGENCIAS	1	217,00			217,00	
	ANDEN 2 EMERGENCIAS	1	163,00			163,00	
							760,00
1H5X2.5	**m Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.						
	ALMACÉN	2	25,00			50,00	
	BARRERAS DE CONTROL	2	16,00			32,00	
	SALA TÉCNICA	1	20,00			20,00	
							102,00
	APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO						
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**						
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.						
		1				1,00	
							1,00
DOC Y TRAMD	**ud Documentaciones y tramitaciones**						
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.						
		1				1,00	
							1,00
	SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES						
05.06.01	**m Canalización telecomunicaciones**						
	Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø110 mm (color/norma telecom), separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.						
	Telecomunicaciones	1	40,00			40,00	
							40,00
05.06.03	**PA Sistema de telecomunicaciones y videovigilancia**						
	Suministro e instalación del conjunto de equipos de telecomunicaciones y videovigilancia para la estación de Petra, compuesto por los siguientes elementos:						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	- Interfono Panphone IP-SIP Emergencia SOS Full Duplex amarillo: 2 unidades						
	- Switch TpLink TL-SG3428XMP: 2 unidades						
	- Pantallas industriales de 55" para información al viajero: 5 unidades						
	- Cámaras de videovigilancia Hikvision DS-2CD2786G2HT-IZS: 17 unidades						
	- Cámara panorámica Hikvision DS-2CD63C5G1-IVS: 1 unidad						
	- Grabador Hikvision DS-7732NI-I4: 1 unidad						
	- Disco duro WD Purple WD42PURZ 4 TB: 4 unidades						
	- Soporte CCTV DS-1273ZJ-140-DM45: 17 unidades						
	- Soporte CCTV DS-1275ZV-SUS: 17 unidades						
	- Soporte CCTV DS-2280ZJ-SUS: 17 unidades						
	Incluye el suministro, instalación, conexionado, configuración básica y todas las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento de todos los equipos descritos, anclaje, cableado y accesorios, así como la puesta en servicio completa.						
	Sistema telecomunicaciones	1				1,00	
							1,00
05.06.02	**ud Arqueta de registro de 40x40**						
	Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.						
	Arquweta telecomuniciones	3				3,00	
							3,00
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**						
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Telecomunicaciones	1	40,00	0,50	0,80	16,00	
	Desmonte	-1	40,00	0,50	0,38	-7,60	
							8,40
	SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO						
TUBPEAD5010	**ml Tubería AD PE-45 d=45 10 atm**						
	Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 10 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión.						
	Tubería d=45 principal	1	240,00			240,00	
							240,00
TUBPEAD256	**ml Tubería AD PE-50 d=32mm 6 atm**						
	Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 32 mm y presión nominal 6 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión, colocada en el interior de zonas verdes, medida la longitud completamente instalada en obra.						
	Tubería d=32 secundaria	1	261,00			261,00	
							261,00
TUBPE16	**ml Tubería AD PE-50 dn=16mm, 6 atm**						
	Suministro e instalación de polietileno de 16 mm con goteros integrados, autorregulados y autolimpiantes, termosoldados en el interior de la pared a una equidistancia de 0,30 metros, para un caudal de 2,4 l/h a una presión de 0,4-0,5 atm. Incluye parte proporcional de accesorios y piezas especiales (filtros, tes, reductores, ventosas, etc., medida la longitud en funcionamiento.						
	Tubería d=16 goteo	1	346,00			346,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							346,00
TUB200PVCRAC	**ml Tubería PVC corrugada, junta elástica, SN8 DN=200 en acometidas**						
	Suministro y colocación de tubería de PVC corrugada doble pared teja SN8, sistema de unión por embocadura integrada (copa) provista de una junta elástica de doble anclaje, presión nominal de 8 atm, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 13476 Incluye p.p. de juntas, piezas especiales, codos, tés. Incluye cualquier tipo de conexión (clips, etc.)						
	Pasatubos	1	140,00			140,00	
							140,00
PRGRRIEG	**ud Programador riego**						
	Suministro e instalación de programador autónomo, formado por un circuito impreso con microprocesador aislado herméticamente, con pila de 9 voltios, para 4 electroválvulas con conexión tipo teléfono o por infrarrojos. Totalmente montado y conexionado						
	Inicio de red	1				1,00	
							1,00
ELECTVALV	**ud Electroválvula**						
	Electroválvula para riego, cuerpo de nylon inyectado, conexiones roscadas, de 1 1/2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 V, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución (válvulas, enlaces rosca, etc.), incluso conexiones eléctricas y todos elementos necesarios para la completa conexión. Incluso excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.						
	Electroválvulas	2				2,00	
							2,00
ARQREG40	**ud Arqueta de registro de 40x40**						
	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.						
	Arquetas riego	12				12,00	
							12,00
URM040	**m Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electr**						
	Suministro e instalación de línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada y conexionada.						
	Línea eléctrica	1	20,00			20,00	
							20,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 06 MARQUESINAS

SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO

06.01.01 **Kg Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Marquesina 1						10.130,00	
Marquesina 2						8.440,00	
Marquesina 3						5.065,00	
Marquesina 4						3.515,00	
							27.150,00

06.01.02 **m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

Marquesina 1	1		150,50			150,50	
Marquesina 2	1		125,40			125,40	
Marquesina 3	1		75,25			75,25	
Marquesina 4	1		50,50			50,50	
							401,65

06.01.03 **Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

Marquesina 1	7159					7.159,00	
Marquesina 2	5369					5.369,00	
Marquesina 3	3354					3.354,00	
Marquesina 4	1177					1.177,00	
							17.059,00

06.01.04 **m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	y compactación, así como el encofrado necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.						
	Marquesina 1	1				37,86	
	Marquesina 2	1				30,35	
	Marquesina 3	1				19,97	
	Marquesina 4	1				19,60	
							107,78
06.01.05	**m³ Hormigón de limpieza**						
	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.						
	Marquesina 1	1				4,91	
	Marquesina 2	1				3,79	
	Marquesina 3	1				2,50	
	Marquesina 4	1				2,06	
							13,26
06.01.06	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra**						
	Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.						
	Marquesina 1	1778				1.778,00	
	Marquesina 2	1525				1.525,00	
	Marquesina 3	975				975,00	
	Marquesina 4	1023				1.023,00	
							5.301,00
06.01.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**						
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Marquesina 1	1				37,86	
	Marquesina 2	1				30,35	
	Marquesina 3	1				19,97	
	Marquesina 4	1				19,60	
							107,78
06.01.08	**ml Embellecedor metálico para cableado marquesinas**						
	Suministro y colocación de pletina/tapa-cables metálica tipo embellecedor para ocultación y protección del cableado de la instalación fotovoltaica en marquesinas de aparcamiento, desde arqueta de pie de poste hasta cubierta y a lo largo de correas, fijada a perfiles HEB (pilares) y correas de la estructura existente. Elemento fabricado en taller a medida (corte, plegado y taladros), con remates en encuentros y cambios de dirección, fijación mediante tornillería/abrazaderas compatibles con estructura metálica, dejando el cableado registrado y protegido frente a intemperie y actos vandálicos. Acabado color gris metalizado RAL 9006, acorde con la estructura de marquesina. Incluye replanteo, medios auxiliares, tornillería y limpieza final. Totalmente instalado.						
	Marquesina 1	1	43,00			43,00	
	Marquesina 2	1	34,00			34,00	
	Marquesina 3	1	23,00			23,00	
	Marquesina 4	1	16,00			16,00	
	Marquesina andén	2	75,00			150,00	
							266,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN

06.02.01 **Kg Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Marquesina anden sur	10921			10.921,00	
Marquesina anden norte	10921			10.921,00	
					21.842,00

06.02.02 **m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

Marquesina anden sur	1		199,00	199,00	
Marquesina anden norte	1		199,00	199,00	
					398,00

06.02.03 **Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

Marquesina anden sur	2747			2.747,00	
Marquesina anden norte	2747			2.747,00	
					5.494,00

06.02.04 **m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

Marquesina anden sur	1		58,88	58,88	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Marquesina anden norte	1		62,65		62,65	
							121,53
06.02.05	**m³ Hormigón de limpieza**						
	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.						
	Marquesina anden sur	1		6,74		6,74	
	Marquesina anden norte	1		6,87		6,87	
							13,61
06.02.06	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra**						
	Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.						
	Marquesina anden sur	3613				3.613,00	
	Marquesina anden norte	3666				3.666,00	
							7.279,00
06.02.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**						
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Marquesina anden sur	1		58,88		58,88	
	Marquesina anden norte	1		62,65		62,65	
							121,53
06.02.08	**m² Revestimiento compuesto simil madera**						
	Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.						
	Falso techo marquesina anden sur	1	70,00	4,10		287,00	
	Falso techo marquesina anden norte	1	70,00	4,10		287,00	
							574,00
06.02.09	**m² Cubierta de panel sandwich**						
	Suministro y colocación de cubierta metálica tipo panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesta por dos chapas de acero galvanizado y prelacado conforme a UNE-EN 10346 y UNE-EN 14782, unidas mediante un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad mínima 40 kg/m³. La cara exterior será de color blanco (RAL 9010 o similar) con acabado liso o grecado, y la cara interior, vista desde el andén, con acabado metalizado natural o aluminio zincado, de textura lisa reflectante, garantizando una buena luminosidad y un mantenimiento mínimo. Los paneles se fijarán sobre correas metálicas mediante tornillería autotaladrante de acero inoxidable A2 con arandela de estanqueidad EPDM o neopreno, dispuestos según el cálculo de succión de viento del CTE DB-SE-AE. Las juntas longitudinales y transversales se sellarán con banda butílica continua, asegurando la estanqueidad al agua y al aire. La partida incluye suministro, transporte, recorte en encuentros, fijaciones, sellados, solapes, piezas de remate en cumbreras y laterales, así como medios auxiliares, mano de obra, seguridad y limpieza final, dejando la cubierta completamente instalada, alineada, estanca y en servicio, con el acabado exterior blanco y cara interior metalizada.						
	Falso techo marquesina anden sur	1	70,00	4,10		287,00	
	Falso techo marquesina anden norte	1	70,00	4,10		287,00	
							574,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA

EFEEFWEF12 **m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Canalización FV aparcamiento	1	148,00	0,60	0,80	71,04
Canalización FV parque solar	1	211,00	0,60	0,80	101,28
Desmonte pavimento	-1	148,00	0,60	0,40	-35,52
					136,80

EFGWEGWE114 **ud Arqueta prefabricada tipo A1**

Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.

Arquetas A1	30				30,00
					30,00

EWEBERVCV **m Relleno zanjas**

Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.

Canalización FV aparcamiento	1	148,00	0,60	0,80	71,04
Canalización FV parque solar	1	211,00	0,60	0,80	101,28
Desmonte pavimento	-1	148,00	0,60	0,40	-35,52
					136,80

SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE

07.01.01 **ud Ensayos Pull Out Test**

Realización de ensayo de arrancamiento y carga lateral (“Pull Out Test”) sobre perfil metálico de hinca correspondiente a la estructura fotovoltaica proyectada. Incluye, en su caso, predrilling previo, hincado del perfil de prueba hasta una profundidad objetivo de aproximadamente 1,80 m, ejecución de los ensayos a tracción y a carga lateral mediante equipo dinamométrico calibrado y relojes comparadores de desplazamiento, con registro de la deformación en ciclos de carga escalonados hasta los niveles de esfuerzo definidos en el protocolo de ensayo. Comprende igualmente el replanteo del punto, instrumentación completa, utilización de equipos y medios auxiliares, toma y tratamiento de datos, así como la interpretación de resultados y emisión del informe técnico final, con la verificación del cumplimiento de los criterios de desplazamiento admisibles. Ensayo completo, incluyendo protocolo, personal técnico y operarios, medios materiales y humanos, y entrega del informe de resultados debidamente firmado y documentado.

Pull out	6				6,00
					6,00

07.01.02 **ud Estructura soporte fotovoltaica tipo biposte**

Estructura portante para soporte de módulos fotovoltaicos en disposición horizontal (2H×2H por vano) según plano, formada por marcos metálicos tipo biposte con inclinación fija de 20°. La estructura está compuesta por perfiles de acero galvanizado conformado en frío, con secciones tipo C y Z, fabricados conforme a la norma UNE-EN 10162, con recubrimiento galvanizado Magnelis ZM310/ZM430 o equivalente, y resistencia mínima S250GD o S280GD. Los perfiles principales verticales (bipostes) se hincan directamente en el terreno, con profundidad máxima de 1,80 m en el apoyo trasero y 1,50 m en el delantero, de acuerdo con los resultados de los ensayos de arrancamiento “Pull Out Test” realizados en la zona. Las traviesas y correas horizontales se ensamblan mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, garantizando la continuidad estructural y la rigidez necesaria frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme a los crite-

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

rios del CTE DB-SE-AE y del Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991) para estructuras exteriores. Los módulos fotovoltaicos se fijan mediante grapas o presillas de aluminio anodizado, asegurando el aislamiento galvánico entre materiales. El sistema incluye todos los anclajes, uniones, herrajes, apoyos, tratamientos anticorrosivos, replanteo, medios auxiliares y nivelación, dejando la estructura completamente montada, alineada y nivelada. La estructura deberá entregarse con la documentación técnica de justificación de resistencia estructural frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme al CTE DB-SE, DB-SE-AE, UNE-EN 1090, UNE-EN 10162 y Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991). Se exigirá una garantía estructural mínima de 25 años para los elementos de aluminio anodizado y de 15 años para los galvanizados, junto con la certificación de materiales y marcado CE de todos los componentes.

	Mesas	110				110,00	
							110,00

SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FOTV0201 **ud Módulo fotovoltaico sobre pérgola**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo 460N-54HL4R-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	460 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	33.60 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	13.69 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	40.17 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14.14 A
Eficiencia	23.02 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

Características Térmicas

Rango de Temperatura	-40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc	0,045 %/°C

Parámetros del Sistema

Tensión Máxima del Sistema	1000 V

Características Mecánicas

Dimensiones (A/A/F)	1762x1134x30 mm
Peso	21 kg
Numero de Células	108
Tipo de Vidrio	Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio	3,2 mm
Tipo de Trama	Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones	IP 68
Corte Transversal del Cable	4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

		505				505,00	
							505,00

5DSVVVDVD **ud Módulo fotovoltaico en superficie**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo N Type 635N-78HL4-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	635 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	42.83 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	11.15 A

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

Tensión en Circuito Abierto (Voc) 53.19 V
Corriente de cortocircuito (Isc) 11.67 A
Eficiencia 22.72 %
Tolerancia de Potencia (+) + 3%

Características Térmicas
Rango de Temperatura -40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax -0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C

Parámetros del Sistema
Tensión Máxima del Sistema 1000/1.500 VDC

Características Mecánicas
Dimensiones (A/A/F) 2465x1134x30 mm
Peso 30.6 kg
Numero de Células 156
Tipo de Vidrio Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio 3,2 mm
Tipo de Trama Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones IP 68
Corte Transversal del Cable 4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

		414				414,00	
							414,00

SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES

INV01PL01 **ud Inversor de red de 110kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 110-60 CORE 2 o similar con las siguientes características.

Profundidad [mm] 363
Ancho [mm 1117
Alto [mm] 363
Peso [kg] 93'5

EConexión de CC
Tensión de entrada máx. 1.100 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V/585 V
Tensión asignada de entrada 585V
Tensión de entrada mínima 200V
Tensión de inicio 250V
Corriente máxima de entrada por MPPT 26A (22A<600V)
Corriente de c.c. máxima 40 A
Nº de seguidores MPP independientes 12
strings por entrada MPP 1

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 110 kW
Potencia máx. aparente de CA 110 kVA
Tensión nominal de CA 400V
Intervalo de tensión de CA de 320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 45 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/400V
Corriente máx. de salida 159 A

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

Armónicos (THD) < 0,5 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,8 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

PLANTA 1		1				1,00
						1,00

INV02PL01 **ud Inversor de red de 100kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo SHP 100-20 400V o similar, con las siguientes características

Profundidad [mm] 462
Ancho [mm 770
Alto [mm] 830
Peso [kg] 99
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 200kWp
Tensión de entrada máx. 100 V
Rango de Tensión MMP 590 a 1.000 V
Corriente máxima de entrada 180 A
Corriente de c.c. máxima 325 A
Nº de seguidores MPP independientes 1
Nº de entradas 1 ó 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 100 kW
Potencia máx. aparente de CA 100 kVA
Tensión nominal de CA 400V/177V
Intervalo de tensión de CA a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

Corriente máx. de salida 151 A
Armónicos (THD) < 0,3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

	PLANTA					2	2,00
	CUBIERTA 1					1	1,00
							3,00

INV01COB02 **ud Inversor de red SMA STP 25 kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 25-50 o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm] 266
Ancho [mm 728
Alto [mm] 762
Peso [kg] 35
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 37500 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 430 a 800 V
Corriente máxima de entrada 24 A
Corriente de c.c. máxima 35 A
Nº de seguidores MPP independientes 3
Nº de entradas 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 25.000 W
Potencia máx. aparente de CA 25.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V Corriente máx. de salida 36.6 A Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,						
	CUBIERTA 2	2				2,00	
							2,00
INV02COB02	**ud Inversor de red SMA STP 15kW/400 V** Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 15-50, o similar, con las siguientes características: Profundidad [mm] 266 Ancho [mm 728 Alto [mm] 762 Peso [kg] 35 Entrada CC Pot. máx. del generador fotovoltaico 22500 Wp Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de Tensión MMP 257 a 800 V Corriente máxima de entrada 24 A Corriente de c.c. máxima 35 A Nº de seguidores MPP independientes 3 Nº de entradas 2						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 15.000 W
Potencia máx. aparente de CA 15.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

	CUBIERTA 2					1	1,00
	CUBIERTA 4					1	1,00
							2,00

INV01COB03 **ud Inversor de red SMA STP 50kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 50-40/41 CORE I o similar, con las siquientes características:

Profundidad [mm] 569
Ancho [mm 733
Alto [mm] 661
Peso [kg] 82
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 51.000 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Corriente máxima de entrada 120 A Corriente de c.c. máxima 30 A Nº de seguidores MPP independientes 6 Nº de entradas 2 por MPPT Salida CA Potencia asignada a tensión nominal 50.000 W Potencia máx. aparente de CA 50.000 VA Tensión nominal de CA 240V/415V Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V Corriente máx. de salida 36.6 A Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,						
	CUBIERTA 3	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC

1X6H1 **ml Cable unipolar H1Z2Z2-k 1/1.5 0.6/1 kV 6mm2**

Circuito de corriente continua de 1x6 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z272-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

INVERSOR 2 PLANTA	2	232,00		464,00
INVERSOR 3 PLANTA	2	240,00		480,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 1	10	85,00		850,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 2	3	55,00		165,00
INVERSOR 2 CUBIERTA 2	3	65,00		195,00
INVERSOR 3 CUBIERTA 2	2	75,00		150,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 3	6	55,00		330,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 4	2	128,00		256,00
				2.890,00

AISDRL50 **ml Intalación de tubo corrugado de D.50mm 250N**

Suministro e instalación de tubo corrugado doble capa D.50mm 250N, para instalación enterrada.

INVERSOR 1 PLANTA	1	1.468,00		1.468,00
INVERSOR 2 PLANTA	1	988,00		988,00
INVERSOR 3 PLANTA	1	938,00		938,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 1	10	85,00		850,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 2	3	55,00		165,00
INVERSOR 2 CUBIERTA 2	3	65,00		195,00
INVERSOR 3 CUBIERTA 2	2	75,00		150,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 3	6	55,00		330,00
INVERSOR 1 CUBIERTA 4	3	30,00		90,00
				5.174,00

1X16H1 **ml Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 16mm2**

Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

PLANTA INVERSOR 1	1	954,00		954,00
PLANTA INVERSOR 2	1	332,00		332,00
PLANTA INVERSOR 3	1	374,00		374,00
				1.660,00

1X10H1 **ml Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 10mm2**

Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

PLANTA INVERSRO 1	1	514,00		514,00
PLANTA INVERSOR 2	1	424,00		424,00
PLANTA INVERSROR 3	1	324,00		324,00
CUBIERTA 1	2	94,00		188,00
				1.450,00

FUS20ASOL **ud Fusibles fotovoltaicas curva gPV de 20A**

Suministro e instalación de fusibles para instalaciones fotovoltaicas curva gPV de 20 A tamaño 10x38. inclueyndo el contacto auxiliar de fusibles que hayan saltado y la base portafusible.

strings	2	59,00		118,00
				118,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA						
REDTT	**ud Red de tierras pérgolas**						
	Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la linea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y picas para red de toma de tierra, cada 20m, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.						
	PÉRGOLA 1	1				1,00	
	PÉRGOLA 2	0,9				0,90	
	PÉRGOLA 3	0,8				0,80	
	PÉRGOLA 4	0,7				0,70	
							3,40
REDTTFV	**ud Red de tierra planta FV**						
	Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 1027 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 1 picas para red de toma de tierra, cada 200ml, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.						
	PLANTA FV	1				1,00	
							1,00
	SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES CA						
07.06.01	**m Linea de 4x35mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.90mm**						
	Línea 5x35 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.						
	DE INVERSOR 01 DE CUBIERTA 04 A CUADRO FV 01	136				136,00	
	DE INVERSOR 03 DE CUBEIRTA 02 A CUADRO FV 01	108				108,00	
	DE INVERSOR 01 DE CUBIERTA 02 A CUADRO FV 01	68				68,00	
							312,00
07.06.02	**m Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**						
	Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m						
	DE INVERSOR 02 CUBIERTA 02 A CUADRO FV	88				88,00	
							88,00
07.06.03	**m Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m**						
	Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m						
	DE INVERSOR 01 DE CUBIERTA 01 A CUADRO FV 01	32				32,00	
							32,00
07.06.04	**m Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m**						
	Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m						
	DE INVERSOR 01 CUBIERTA 03 A CUADRO FV 01	106				106,00	
							106,00
LGA150	**m Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.						
	DE INVERSOR 01 A CUADRO FV02	165				165,00	
	DE INVERSOR 02 A CUADRO FV02	84				84,00	
	DE INVERSOR 03 A CUADRO FV 02	40				40,00	
							289,00

SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN

FOTV0701 **ud Gestor de energía**

Suministro e instalación de Gestor de energía SMA Data Manager M (EDMM-20) o similar de las siguientes características
Datos técnicos SMA DATA MANAGER M
Datos maestros
Número de equipos compatibles en total, de los cuales: 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles a través del Modbus Sunspec (p.ej. Sunny
Tripower CORE2) 50
Número máximo de inversores de batería compatibles 50
Número máximo de puntos de carga compatibles (EV Charger Business) 50
número máximo de contadores de energía compatibles (electricidad y gas), generadores de contado-res
de energía, sistemas de E/S, sensores 50
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores fotovoltaicos (potencia nominal de CA) 2,5 MVA (modo de regulación)
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores de batería (potencia nominal de CA) 7,5 MVA (modo de control o pura monitorización)
Registro de datos automático para generadores virtuales de contadores de energía (inversor fotovol-taico, planta de cogeneración, contador de gas, generador diésel, central hidroeléctrica) .
Conexiones
Suministro de tensión Conexión de 2 polos, MINI COMBICON
RS485 Conexión de 2 x 6 polos, MINI COMBICON
Red (LAN) 3 x RJ45 (1 x Internet, 2 x red de instalaciones) 10BaseT/100BaseT
Punto de acceso WLAN para la puesta en marcha y el acceso a la interfaz de usuario.
Conexiones adicionales
10 x Digital In, 1 x Fast Stop, 5 x relés multifunción (MFR),
4 x Analog In (0 mA a 20 mA), 4 x Analog Out (0 mA a 20 mA),
2 x temperatura (PT100), 1 x pulsador de reset
Suministro de tensión
Suministro de tensión Fuente de alimentación externa (disponible como accesorio)
Tensión de entrada De 10 V a 30 V CC
Consumo de potencia Tipo 8 W
Condiciones ambientales durante el funcionamiento
Entorno Clase 3K7 limitada según IEC60721-3-3
Temperatura ambiente 20 °C a +60 °C
Rango permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación) 5 % al 95 %
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar 0 m a 3000 m (.70 kPa)
Tipo de protección según IEC 60529 IP20 (NEMA 1)
Datos generales
Dimensiones (ancho/alto ./fondo) 216 mm / 90 mm / 68 mm
Peso 372 g
Lugar de montaje Interiores
Tipo de montaje en carril DIN/montaje mural
Indicación de estado LED para estado del sistema y de la comunicación
Equipamiento
Garantía 2 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)
Accesorios (opcional)
Fuente de alimentación para carril DIN
Phoenix Contacto,
entrada: 100 V CA a 240 V CA, salida: 24 V CC/2,5 A,

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Sistema de E/S externo ioLogik E1214 (6 DI/6 salidas de relé)	2				2,00	
							2,00
FOTV0702	**ud**					**Sistema de monitorización**	
	Implantación, incluyendo pago de licencias de sistema de monitorización online de plantas fotovoltaicas.	1				1,00	
							1,00

SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y LEGALIZACIÓN

FOTV1001 **ud** **Pruebas de puesta en servicio**

Trabajos de pruebas y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas realizadas:
- Presentación del plan de control de calidad propuesto por el Instalador.
- Verificaciones de los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos: Cuadros eléctricos, centros de medida.
- Verificaciones a realizar en los circuitos eléctricos: Resistencia aislamiento, rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, impedancia de bucle, secuencia de fases, equilibrado de fases, caída de tensión.
- Ajustes a realizar en las protecciones y relés térmicos, magnéticos y diferenciales.
- Pruebas de las maniobras sobre los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza.
- Etiquetado de la totalidad de elementos y cableado que forman el sistema según codificación corporativa del cliente.
- Puesta en marcha de la instalación y pruebas de funcionamiento real.

	1				1,00	
						1,00

FOTV1002 **ud** **Tramitación punto de coenxión con Cia suministradora**

Tramitación punto de conexión con la suministradora (no incluye el pago de acceso y conexión)

	1				1,00	
						1,00

FOTV1003 **ud** **Certificado de instalación FV**

Certificado de instalación FV, firmado por instalador autorizado y sellado por la empresa suministradora

	1				1,00	
						1,00

DOCYCERT **ud** **Documentación y certificaciones**

Tareas de preparación de la documentación final de obra de las instalaciones:
- Pruebas y verificaciones de funcionamiento de las instalaciones.
- Pruebas y verificaciones de funcionamiento del sistema de gestión técnica.
- Planos actualizados con las instalaciones realmente ejecutadas.
- Esquemas unifilares de las instalaciones.
- Esquemas de control de las instalaciones.
- Memoria y descripción de partidas actualizada con lo realmente ejecutado.
- Certificados de conformidad y fichas técnicas de los materiales y equipos.
- Certificados de garantía de los materiales y equipos, debidamente sellados por el fabricante.
- Certificados de pruebas y ensayos realizados.
- Certificado de inspección de la OCA (incluye contratación de OCA) e informe completo con todas las verificaciones realizadas.
- Manuales de usuario, instalación y mantenimiento de los equipos.
- Listado de repuestos recomendados.
- Documentos de legalización: Proyectos, certificados, y autorizaciones.

Se entregarán tres copias en soporte papel y tres copias en soporte informático (editable y en pdf.) con la estructura de directorios y apartados acordados con la Dirección Facultativa y la Propiedad.

	1				1,00	
						1,00

LEGYTRAM **ud** **Legalizaciones y tramitaciones**

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Previa a la puesta en marcha de la instalación serán de requerimiento las siguientes legalizaciones y tramitaciones: Tramitaciones - Tramitaciones pertinentes ante la DGEiCC - Dirección General de Energía y Cambio Climático. - Tramitaciones pertinentes ante compañía distribuidora. - En definitiva, todas las tramitaciones según la DGEiCC para la puesta en marcha de las instalaciones y tramitaciones ante la compañía distribuidora para la legalización y puesta en servicio. Legalizaciones: - Certificado de cualificación individual (Boletín de instalador) - Certificado final de obra	1				1,00	
							1,00
CONCAL	**ud Control de calidad**						
	Se supervisará y tendrá como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece los requisitos básicos de seguridad y salubridad, éstos marcan las exigencias mínimas de calidad que deben de cumplir los edificios y sus instalaciones. En el control de la calidad en la ejecución de la obra se desarrollará en en base a: - Control de Recepción de los productos, equipos y sistemas que se suministren en las obras. - Control de Ejecución de la obra, tanto del edificio como de sus instalaciones. - Control de Obra Terminada. - Certificado de los materiales utilizados en la instalación	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 08 EDIFICIOS

SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

08.01.01 **Kg Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Edificio complementario	1635			1.635,00	
Edificio control de acceso	3666			3.666,00	
					5.301,00

08.01.02 **m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Pintura sobre perfiles laminados, con imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y capa de esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250, o equivalente, en color y textura a definir por D.F., i/cepillado del soporte y p.p. de medios auxiliares. Totalmente terminado.

Edificio complementario	45,26			45,26	
Edificio control de acceso	95,96			95,96	
					141,22

08.01.03 **Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a UNE-EN 10162, de las series omega o tipo Z de 160mm, con el acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430) para protección anticorrosiva en ambiente exterior. Las correas estarán formadas por piezas simples, dimensionadas según proyecto, y se fijarán a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas, con tornillería galvanizada de alta resistencia y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución. Estructura completamente terminada y conforme a las normas UNE-EN 1090 y UNE-EN ISO 1461.

Edificio complementario	450			450,00	
Edificio control de acceso	1042			1.042,00	
					1.492,00

08.01.04 **m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**

Hormigón armado HA-30 l/p.p. de medios auxiliares, incluso vibrad y curado, incluidas vertido directo y colocación definitiva con grúa autopropulsada. Totalmente terminado.

Edificio complementario zapatas	1	8,21	8,21	
Edificio complementario vigas	1	3,91	3,91	
Edificio control de acceso zapatas	1	14,90	14,90	
Edificio control de acceso vigas	1	4,80	4,80	
				31,82

08.01.05 **m³ Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Edificio complementario zapatas	1	1,60	1,60	
Edificio complementario vigas	1	0,82	0,82	
Edificio control de acceso zapatas	1	2,61	2,61	
Edificio control de acceso vigas	1	1,04	1,04	
				6,07

08.01.06 **kg Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo esta-

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	blecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.						
	Edificio complementario zapatas	403				403,00	
	Edificio complementario vigas	514				514,00	
	Edificio control de acceso zapatas	855				855,00	
	Edificio control de acceso vigas	625				625,00	
							2.397,00
08.01.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**						
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
	Edificio complementario zapatas	1		8,21		8,21	
	Edificio complementario vigas	1		3,91		3,91	
	Edificio control de acceso zapatas	1		14,90		14,90	
	Edificio control de acceso vigas	1		4,80		4,80	
	Edificio de control losa	1	21,00	5,00	0,25	26,25	
	Edificio complementario losa	1	13,00	4,50	0,25	14,63	
							72,70
08.01.08	**m² Hormigon de nivelación**						
	Formación de capa de hormigón para nivelado de irregularidades en el suelo cimentado, de 5 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/12, fabricado en central, en el fondo de la excavación previamente realizada.						
	Edificio de control	1	21,00	5,00		105,00	
	Edificio complementario	1	13,00	4,50		58,50	
							163,50
08.01.09	**m³ Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón H**						
	Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.						
	Edificio de control	1	21,00	5,00	0,25	26,25	
	Edificio complementario	1	13,00	4,50	0,25	14,63	
							40,88

SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS

08.02.01	**m² Cubierta plana no transitable**						
	Suministro y colocación de cubierta no transitable de panel sándwich metálico con pendiente 2 %, formada por chapa exterior de acero prelacado 0,6 mm perfil grecado, núcleo aislante PIR de 50 mm (0,022 W/m·K) y chapa interior galvanizada 0,5 mm, con juntas longitudinales y transversales selladas con banda butílica y tapones de testa para garantizar la estanqueidad total en baja pendiente. Fijación a correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y arandela metálica, según CTE DB-SE-AE y UNE-EN 14509. Se dispondrá una cámara ventilada interior de 40–60 mm bajo el panel, con entradas en alero y salidas en cumbrera, provistas de rejillas microperforadas antipájaros. Bajo esta, instalación de falso techo metálico perforado de acero o aluminio 0,6–0,8 mm (15–20 % perforación) suspendido mediante varilla M6/M8 y perfilería “T”, con lana mineral 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro absorbente acústico. Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera, así como remates de cumbrera, aleros, testeros y encuentros estancos, pasos de instalaciones con manguitos EPDM, medios auxiliares, seguridad y limpieza final. La cubierta quedará completamente estanca, nivelada y rematada.						
	Edificio de control	1	21,00	6,40		134,40	
	Edificio complementario	1	13,00	4,50		58,50	
							192,90

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
08.02.02	**m² Falso techo registrable con perfilería oculta**						
	Suministro y montaje de falso techo continúo formado por placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica galvanizada oculta, suspendida del forjado mediante varillas regulables y cuelgues rápidos de acero, con separación entre montantes no superior a 600 mm. La estructura estará compuesta por perfiles primarios tipo T de 47/60 mm y perfiles secundarios tipo F de 47 mm, ambos galvanizados, fijados entre sí mediante grapas y escuadras homologadas. Las juntas entre placas se tratarán con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie lisa, uniforme y sin imperfecciones. Una vez seco y lijado, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca, lavable y transpirable, con acabado liso mate, color blanco (RAL 9010 o similar). Incluye suministro de todos los materiales, estructura metálica, placas PYL, tornillería, cinta y pasta de juntas, imprimación y pintura, así como replanteo, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando el techo completamente terminado, nivelado y listo para uso.						
	Cuarto técnico edificio control	1				10,10	
	Almacén edificio control	1				11,05	
	Cafeteria edificio complementario	1				34,10	
	Pasillo edificio complementario	1				4,80	
	Baños edificio complementario	1				12,34	
							72,39
08.02.03	**m² Revestimiento compuesto simil madera**						
	Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.						
	Hall de entrada edificio control	1				23,05	
	Control de accesos	1				44,62	
	Hall de salida edificio de control	1				10,55	
							78,22
08.02.04	**m Ventanal abatible de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**						
	Suministro y colocación de ventana abatible formada por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con rotura de puente térmico (RPT) y acabado termoendurecido, provista de marco y hoja abatible con bisagras y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio irá acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, con sellado perimetral en frío mediante silicona neutra incolora, compatible con el aluminio y garantizando la estanqueidad total del conjunto.Incluye burletes de estanqueidad EPDM, cierres multipunto o cremona, tornillería y anclajes, suministro y colocación de todos los herrajes, ajuste, nivelación y limpieza final. Las hojas quedarán perfectamente alineadas y niveladas, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso conforme a la normativa vigente. Cumpliendo las especificaciones del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética) y UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales). Incluye: todos los materiales (marcos, hojas, herrajes, burletes, vidrio, silicona, fijaciones), mano de obra de instalación, sellado, limpieza final y señalización de las hojas móviles conforme a la normativa de seguridad en acristalamientos.						
	Edificio complementario	2	6,90			13,80	
							13,80

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
08.02.05	**m Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**						
	Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,60 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Incluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.						
	Edificio complementario	1	3,20			3,20	
							3,20
08.02.06	**m Puerta enrollable motorizada de 2,20m de altura**						
	Suministro y montaje de puerta enrollable motorizada de varillas de acero zincado, color gris metalizado, con malla en forma de aros entrelazados (tipo Convi o similar), de 2,20 m de altura y ancho según hueco de proyecto, con acabado galvanizado color plata y recubrimiento protector anticorrosivo. Compuesta por lamas o varillas de acero macizo unidas mediante eslabones de acero galvanizado, cajón recogedor superior forrado en chapa galvanizada, eje de acero con muelles de torsión templado, poleas circulares, y guías laterales de acero galvanizado de 2 mm de espesor con burletes de goma de estanqueidad. Accionamiento mediante motor eléctrico trifásico (motor tubular o central de eje), con cuadro de maniobra, finales de carrera regulables, pulsador interior de apertura/cierre, sistema de desbloqueo manual y receptor con mando a distancia. Incluye cerradura central con llave de seguridad, fallebas laterales, herrajes y anclajes, cableado eléctrico, puesta a punto, ajuste y comprobación de funcionamiento. La instalación se realizará alineada y nivelada, con todas las medidas de seguridad y señalización conforme a normativa. La puerta quedará totalmente instalada, ajustada y probada, cumpliendo las disposiciones de seguridad de la Directiva 2006/42/CE (Máquinas), UNE-EN 13241-1 (puertas motorizadas de uso industrial y comercial), CTE DB-SUA (seguridad de utilización) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).						
	Puertas edificio de control 1	2,1				2,10	
	Puertas edificio de control 2	2,1				2,10	
	Puertas edificio de control 3	4,5				4,50	
							8,70
08.02.07	**ud Ventana abatible 0.60x1,95m vidrio traslúcido**						
	Suministro y colocación de ventana abatible de aluminio lacado color gris metalizado, de 0,60 × 1,95 m, con perfil europeo de rotura de puente térmico (RPT) y acristalamiento traslúcido tipo 4/12/4, formado por vidrio laminado o templado 4+4 mm exterior con tratamiento ácido (mateado al ácido, translúcido blanco), cámara deshidratada de 12 mm con gas argón, y vidrio interior 4 mm incoloro, conforme a UNE-EN 1279 y CTE DB-HE 1. La ventana incluirá bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura multipunto o cremona, maneta de aluminio, burletes de estanqueidad EPDM, y sellado perimetral con silicona neutra color aluminio o gris, compatible con el material soporte. El conjunto se entregará perfectamente nivelado, estanco y ajustado, con colocación de calzos de apoyo y anclajes mecánicos a obra, pruebas de apertura y limpieza final. Cumple con las exigencias del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-SUA (seguridad de uso y accesibilidad) y la norma UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales exteriores). Incluye (marco, hoja, herrajes, burletes, acristalamiento traslúcido, silicona, anclajes), mano de obra completa de montaje, ajuste, limpieza final y señalización conforme a la normativa de acristalamientos de seguridad.						
	Edificio complemantario	2				2,00	
							2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
08.02.08	**m Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,20 m**						
	Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,20 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Inluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.						
	Edificio de control de accesos	1	3,20			3,20	
							3,20
08.02.09	**m² Fachada ventilada sobre edificio existente**						
	Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm de espesor, núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad aproximada 40 kg/m³, y chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm de espesor. Los paneles se fijarán sobre subestructura galvanizada de 35 mm de espesor formada por perfiles tipo omega o "Z", anclada al paramento existente mediante tacos químicos, varillas roscadas y resina epoxi o anclajes mecánicos, según la naturaleza del soporte. Se conformará una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior, asegurando una ventilación neta = 1/500 de la superficie proyectada. Los paneles se montarán con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o cincado, provista de arandelas de estanqueidad EPDM, y bandas butílicas en testas y solapes para garantizar la estanqueidad al aire y al agua. Se ejecutarán todos los remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco, en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección del sistema. Incluye replanteo previo en obra, cortes, encuentros, ajustes, colocación de piezas especiales, medios auxiliares, seguridad y salud, limpieza final y gestión de residuos, dejando el cerramiento perfectamente alineado, estanco, ventilado y con acabado uniforme en color blanco.						
	Edificio existente	1	21,00		3,25	68,25	
							68,25
08.02.10	**m² Fachada ventilada sobre edificio nuevo**						
	Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio, 0,5–0,6 mm, núcleo aislante rígido PUR/PIR (densidad ˜ 40 kg/m³) y chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm. Instalación directa sobre la estructura metálica o correas previstas en proyecto, sin subestructura adicional, conformando cámara ventilada continua con rejillas microperforadas antipájaros inferior y superior, garantizando ventilación neta mínima = 1/500 de la superficie de fachada. Juntas transversales y longitudinales selladas con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad frente a lluvia, viento y condensaciones. Fijación mecánica con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o acero cincado con recubrimiento anticorrosivo, con arandelas EPDM, conforme a especificaciones del fabricante y CTE DB-SE-AE (succión de viento). Ejecución de remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, plegado mínimo 40 mm, asegurando protección de cantos, continuidad estética y ventilación del sistema. Incluye: replanteo, cortes, encuentros, ajustes, piezas especiales, medios auxiliares y limpieza final, dejando el cerramiento alineado, estanco, ventilado y acabado uniforme en color blanco (RAL 9010 o similar).						
	Edificio complementario	1	16,35		3,25	53,14	
	Edificio complementario	1	19,00		0,65	12,35	
	Edificio control accesos	1	38,00		3,25	123,50	
	Edificio control accesos	1	12,00		1,05	12,60	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							201,59
08.02.11	**m² Trasdosado interior**						
	Ejecución de trasdosado interior autoportante mediante estructura metálica galvanizada formada por montantes 48/70 mm a 600 mm de separación, anclados a canales perimetrales fijados a suelo y techo. Entre montantes se colocará aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y densidad 30–40 kg/m³, con velo negro acústico. Cierre interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, fijada con tornillería autorroscante a la estructura metálica. Ejecución de juntas tratadas con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie perfectamente lisa. Sellado perimetral con masilla o silicona acústica en encuentros con forjados, cerramientos o carpinterías, así como remates en huecos y rincones. Una vez seco y lijado el paramento, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca lisa, lavable. Incluye suministro y colocación de todos los materiales, perfilería galvanizada, placas de yeso laminado, aislamiento de lana mineral, tornillería, cintas y pastas de juntas, selladores, imprimación, pintura, medios auxiliares, replanteo, seguridad y limpieza final, dejando el trasdosado completamente terminado y listo para uso.						
	Edificio complementario	1	16,35		3,15	51,50	
	Edificio complementario	1	19,00		0,50	9,50	
	Edificio control accesos	1	38,00		3,15	119,70	
	Edificio control accesos	1	12,00		0,90	10,80	
							191,50
08.02.12	**m² Acondicionamiento cubierta edificio existente**						
	Acondicionamiento integral de la cubierta plana no transitable del edificio existente, tras la demolición del acabado anterior, incluyendo la limpieza, regularización y preparación de la superficie de soporte para la aplicación del nuevo sistema de impermeabilización y acabado. Ejecución de impermeabilización bicapa compuesta por primera capa de imprimación bituminosa en frío, tipo emulsión asfáltica y segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre el soporte. Sobre la impermeabilización se colocará una capa de protección pesada mediante grava lavada (“chino rodado”) de 30–40 mm de diámetro y espesor 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana impermeabilizante frente a radiación solar y punzonamiento. Formación de petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, con altura aproximada de 10–15 cm, para contención de la grava y evitar su caída hacia la fachada ventilada. Se dispondrán piezas de remate metálico o vierteaguas galvanizado/lacado sobre el peto, garantizando la evacuación superficial del agua y evitando filtraciones. En los puntos bajos se dispondrán sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando una correcta evacuación de aguas. Incluye limpieza de soporte, formación de pendientes locales (si procede), imprimación, impermeabilización, geotextil, grava, petos, remates, drenajes, sellados, medios auxiliares, seguridad y gestión de residuos, dejando la cubierta completamente terminada, estanca, nivelada y funcional.						
	Cubierta edificio existente	1	40,00			40,00	
							40,00

SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS

APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA

ACOM	**ud Acometida de agua potable**						
	Acometida desde la red general de abastecimiento de agua hasta contador general según prescripciones de EMAYA, incluso obra de albañilería para conexión tanto a la red de abastecimiento, como a contador ubicado en armario incluso accesorios de conexión. Medida la longitud ejecutada, conexionada y probada según indicaciones de la Dirección Facultativa.						
	CAFETERIA	1				1,00	
							1,00
AFS50PE	**m Tubería PE 100 ALTA DENSIDAD, SDR 11, PN 16 - D=50 UNE EN 12201**						
	Tubería fabricada en PE 100 RC, multicapa para conducciones de agua a presión. Capa externa en color negro con bandas azules, altamente resistente a la fisuración y al punzonamiento y capa interna en color azul con aditivo antimicrobiano, resistente a los procesos de desinfección y protección anti-incrustaciones, SDR 11, PN 16 de diámetro exterior 50 mm y espesor 4.6 mm, i/p.p. accesorios. Fabricada según EN 12201 y PAS 1075.						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	ACOMETIDA	20				20,00	
							20,00

APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET

AFS25 **m TUBO POLIPROPILENO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108.

	DERIVACION ASEOS	12				12,00	
							12,00

ACS25AISL **m TUBO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8 AISLADA**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108, con aislamiento flexible tipo armaflex SH cumplimiendo el RITE.

	DE DERIVACIÓN A ASEOS	12				12,00	
							12,00

APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES

V.CORTEASEO-R **ud Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no desmontable, roja**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada PN40 con mando palanca color Rojo

	ASEOS	2				2,00	
							2,00

V.CORTEASEO-A **ud Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no demsontable, azul**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada con mando palanca color azul.

	ASEOS	2				2,00	
							2,00

I INODORO **ud Instalación de inodoro mediante tubería multicapa**

Instalación de fontanería para un inodoro realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

	INODOROS	3				3,00	
							3,00

I LAVABO **ud Instalación lavabo mediante tuberia multicapa**

Instalación de fontanería para un lavabo realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

	ASEOS	4				4,00	
							4,00

I URINARIO **ud Instalación de urinario mediante tubería multicapa**

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Instalación de fontanería para un urinario realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.						
	ASEOS	2				2,00	
							2,00
I FREGADERO	**ud Instalación de fregadero mediante tubería PEX**						
	Instalación de fontanería para un fregadero realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.						
		1				1,00	
							1,00
I LAVA	**ud Instalación de lavajillas/lavadora mediante tubería PEX**						
	Instalación de fontanería para un lavavajillas/lavadora realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.						
		1				1,00	
							1,00
	APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS						
C110110	**ud Bomba para circulación Yonos PICO 25/1-8-130**						
	Sumninistro e instalación de bomba estándar de alta eficiencia de rotor húmedo de la marca WILO modelo Yonos PICO 25/1-8-130 o similar con regulación electrónica.						
		1				1,00	
							1,00
C110111	**ud Válvula mezcladora termostática para ACS**						
	Suministro e instalación de válvula termostática para ACS de la marca SEDICAL modelo VMT 3/4"o similar. Totalmente montada y funcionando.						
		1				1,00	
							1,00
C110112	**ud Termostato de vaina para tubería**						
	Suministro y montaje de termostato. Totalmente montado y funcionando.						
		1				1,00	
							1,00
C110113	**ud Manómetro**						
	Manómetro en baño de glicerina con una válvula bola de 1/2" y latiguillo, incluso montaje.						
		2				2,00	
							2,00
C110114	**ud Termómetro de esfera**						
	Termometro de esfera, con su correspondiente caña.						
		3				3,00	
							3,00
C110115	**ud Válvula de esfera Ø3/4", aislada y forrada**						
	Válvula de bola de latón de Ø1"mm de diámetro PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Aislada según RITE. Completamente instalada.						
		6				6,00	
							6,00
C110116	**ud Válvula de retención Ø3/4"**						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Válvula de retención Ø1" con rosca y cierre metálico. Totalmente instalada.	4				4,00	
							4,00
C110117	**ud Filtro de malla metálico Ø32, c/rosca, asilado y forrado**						
	Filtro de malla metálico, aislado según RITE y tubería que intercepta. Totalmente instalado.	1				1,00	
							1,00
C110118	**ud Grifos de desagüe Ø3/4"**						
	Grifo de desagüe conducido. Se incluye, embudo de desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe más próximo. Totalmente instalada.	2				2,00	
							2,00
C110119	**ud Purgador automático, 1 válvula**						
	Purgador automático de aire con una válvula de bola de Ø3/4" situados en todos los puntos altos de la instalación y de los depósitos de ACS para la correcta evacuación del aire de la instalación. Incluida llave de corte. Totalmente instalado.	1				1,00	
							1,00
C110120	**ud Válvula de seguridad Ø1 1/4" 8 bar**						
	Válvula de seguridad conducida de Ø1 1/4" presión de tarado 8 bar. Se incluye: embudo desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe. Totalmente instalada.	1				1,00	
							1,00
S110101	**ud Bomba de calor aire/agua para ACS**						
	Bomba de calor aire/agua para ACS. Marca Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar: Dimensiones:1860xD.650 Material del calentador: Acero inoxidable Aislamiento: Poliuretano de alta densidad 50mm. Tª.max. adm. 80ºC Presión máx. de operación: 7bar Potencia BC. 700W Energía térmica proporcionada: 1.800W SCOP dhw (EN16147) clima medio/calido/frio 3.09/3.69/2.63 Cantidad de agua útil a 40ºC: 315 litros Tiempo de calentamiento: 06:29 Longitud máxima del conducto: 46 m.	1				1,00	
							1,00
S110103	**ud Vaso de expansión para circuito ACS**						
	Suministro e instalación de vaso de expansión para circuito de ACS de la marca SEDICAL modelo Refix DD 12 o similar.	1				1,00	
							1,00
	APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS						
GRIF-LAV	**ud Mezclador temporizado para lavabo**						
	Suministro y colocación de grifo temporizado ecológico mezclador de 1/2" de diámetro, para instalación mural con cuerpo de latón cromado. Cierre automático a los 10 s. Con regulador de caudal de 6l/min. ahorro de agua 33%, modelo PRESTO ARTE CM, ref. 66900 de la empresa PRESTO IBERICA o similar, totalmente equipado, instalado y funcionando.	6				6,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							6,00
CER-LAV	**ud Lavabo de porcelana sobre encimera**						
	Lavabo de porcelana sobre encimera, de la marca VALLADARES, modelo RECIFE o similar. Incluye sifón cilíndrico cromado y válvula clic-clac. Suministro y montaje incluido						
		6				6,00	
							6,00
CER-INOD	**ud Inodoro suspendido con salida a pared (minusválidos)**						
	Inodoro suspendido con salida a pared, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar (minusválidos), inluye tapa, tanque empotrado y GEBERIT DUOFIX instalado. Suministro y montaje incluido.						
		1				1,00	
							1,00
CER-INOD 2	**ud Inodoro suspendido con salida a a pared**						
	Inodoro suspendido con tanque integrado, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar tank in tank, suspendido, incluye soporte en L para la instalación mural, tapa y asiento. Suministro y montaje incluido.						
		2				2,00	
							2,00
	APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS						
BSDGVBSB	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110, enterrada**						
	Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.						
		20				20,00	
							20,00
SDBN	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø125, enterrada**						
	Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.						
		8				8,00	
							8,00
SBBN	**ud Acometida a Red Municipal**						
	Conexión de saneamiento desde red interior de saneamiento a la red general municipal, incluido pozo de bloqueo previo a la conexión de la red interior a la red general de saneamiento, ejecución de pozo, pagos a la compañía EMAYA, incluso proyecto y legalización de saneamiento. Según normas del ayuntamiento. Totalmente y funcionando.						
		1				1,00	
							1,00
HEHEE	**PA Bajada pluvial desde cubierta**						
	Suministro y colocación de bajante pluvial de PVC evacuación serie B de Ø110 mm, oculta en el interior del tabique, con salida desde el sumidero de cubierta y conexión al drenaje exterior situado a pie de fachada. Incluye codos, accesorios, fijaciones, tramo horizontal de enlace hasta la red existente, y todos los trabajos necesarios para su instalación completa, como perforaciones, sellados, pruebas de estanqueidad y limpieza final. Bajante ejecutada con una altura aproximada de 3,25 m y conexión exterior, completamente instalada, estanca y en servicio, conforme a CTE DB-HS 5.						
	Edificio complementario	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS						
LAVABO	**ud Conexionado de lavabo**						
	Instalación Suministro y montaje de válvula cromada y sifón sencillo curvo ø 40 mm. con tubo rebosadero y tapón para lavabo, y conexión a red de desagües. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, bote sifónico, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.						
		6				6,00	
							6,00
CONDENSADOS	**ud Desagüe condensados climatización**						
	Suministro y colocación de desagüe de condensados para máquinas de climatización, con tubo de PVC Ø32mm. Incluye ppde piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño materail auxiliar.						
		1				1,00	
							1,00
INODORO HAB	**ud Conexionado inodoro**						
	Conexionado de WC con tubo PVC ø 110 a colector general. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, collarin corta fuegos, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.						
		3				3,00	
							3,00
CURINARIO	**ud Conexionado urinario**						
	Suministro e instalación de sumidero de desagüe, con tubo de PVC Ø40mm. Incluye piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño material auxiliar.						
	ASEOS	2				2,00	
							2,00
	APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN						
EDE0503	**ud Extractor para aseos y vestuarios**						
	Suministro y montaje de extractores de Baño Serie SILENT. SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE o similar. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro con luz piloto, compuerta, temporizador 1-30min, detector de presencia y rodamiento a bolas, IP45, Clase II, con protector térmico, para trabajar a temperaturas de hasta 40ºC, de color WHITE para conectar a NT. Totalmente montado y funcionando.						
	ASEOS	4				4,00	
							4,00
COL110	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110 colgada**						
	Suministro y colocación de tubería para colector horizontal, con abrazaderas isofónica, y collarines cortafuegos. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.						
	ASEOS	3	10,00			30,00	
	ASEOS MAXI	1	10,00			10,00	
							40,00
GWGWEG	**ud Sombrerete de ventilación metálico 30x30 cm**						
	Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 30×30 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.						
	Salida Cafeteria	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
WSEGWRGERG	**ud Sombrerete de ventilación metálico 20×20 cm**						
	Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 20×20 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.						
	Salida aseos	2				2,00	
							2,00
SDVSDV	**ud Salida conductos aire cubierta**						
	Suministro y colocación de salida de conductos de aire en cubierta, tipo cuello de cisne, fabricada en chapa de acero galvanizado, compuesta por tramo curvo de conducto circular y base de apoyo y sellado para su correcta integración en la cubierta. La pieza permite la evacuación o toma de aire evitando la entrada directa de agua de lluvia y agentes atmosféricos, garantizando la continuidad del sistema de ventilación. Incluye fabricación en taller, fijación mecánica a la cubierta, sellado perimetral estanco, remates necesarios y adaptación al diámetro del conducto existente. Totalmente instalada y en funcionamiento.						
	Salida conductos	1				1,00	
							1,00
	APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO						
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones**						
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.						
		1				1,00	
							1,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**						
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.						
		1				1,00	
							1,00
	APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CAFETERIA						
	SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES						
BAT CONT 1	**ud CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES POR UD. PARA EDIF**						
	Centralización de contador trifásico de 63A. Incluye protección contra sobretensiones transitorias, del tipo I según norma UNE -EN 61643-11. Completamente terminada, dispuesta para dar servicio y ejecutada según normas de la compañía suministradora.						
	EDIFICIO M(TRIFÁSICO)	1				1,00	
							1,00
1F5X25	**m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**						
	Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex						
		10				10,00	
							10,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS DEPENDIENTES

ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS DEPENDIENTES

C.GENERAL **ud Cuadro Cafetería**

Armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 según UNE 20234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.
1 Ud. Int. Aut. IV/50 curva C
1 Ud. interruptor automático diferencial 4/40A/300mA
1 Ud. Interruptor automático diferencial de 2/40A/300mA
2 Ud. interruptor automático diferencial 2/40A/30mA
1 Ud. Int. Aut.IV/40A curva C (Climatización)
1 Ud. Int. Aut. I+N/25A curva C (Cocina Horno)
6 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (varios)
2 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (Alumbrados)
Contactores, minuteros, relojes y señalización, incluido

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje

	1			1,00
				1,00

7F3X1.5 **m Linea 2x1.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**

Línea 2X1.5 mm +T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

Alumbrado	1	15,00		15,00
Alumbrado emergencias	1	15,00		15,00
				30,00

7F3X2.5 **m Linea 2x2.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**

Línea 2X2.5 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

Tomas Sala	2	15,00		30,00
Mlicorondas	1	15,00		15,00
lavavajillas	1	15,00		15,00
botelleros	2	15,00		30,00
				90,00

1H5X10 **m Línea 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor 0.6/1kV Afumex**

Línea de 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor RZ1K(AS) Cu 0.6/1kV

climatizacion	15			15,00
				15,00

1F3X6 **m Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**

Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

HORNO	15			15,00
				15,00

SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR PUNTOS

ELEMENTO EDE01040302 ASEOS

PL-1 **ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**

Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.

ASEO 1	1			1,00
ASEO 2	1			1,00
ASEO MINUS	1			1,00
				3,00

PL-2 **ud Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
	PASILLO	1				1,00	
	ASEO 1	1				1,00	
	ASEO 2	1				1,00	
							3,00
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**						
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).						
	ASEOS	6				6,00	
	CAFETERIA	2				2,00	
							8,00
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**						
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.						
		6				6,00	
							6,00
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**						
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
	CAFETERIA	6				6,00	
							6,00
P.EXTR ASEO	**ud Punto para extractor en aseo**						
	Punto para extractor en aseo						
	ASEOS	3				3,00	
							3,00
PE-25A	**ud Punto de enchufe 25 A-II.**						
	Punto de enchufe 25 A-II, UNE 20315-94. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
	SECAMANOS	3				3,00	
							3,00
PL	**ud Punto de luz**						
	Punto de luz, cable, tubo y pp de cajas y pequeño material.						
	TIRA LED SOBRE ESPEJOS	2				2,00	
							2,00
	ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA						
PL-1	**ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**						
	Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
		9				9,00	
							9,00
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**						
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
	CAFETERIA	6				6,00	
							6,00
PREV-TL	**ud Prevision toma para telefono (tubo+caja)**						
	Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).						
		2				2,00	
							2,00
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**						
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.						
	PARA COMUNICACIONES CON MÁQUINAS	2				2,00	
							2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

ASEOS		6				6,00	
CAFETERIA		2				2,00	
							8,00

EDE010502 **ud** **Downlight empotrable**

Suministro e instalación de downlight empotrable redondo modelo KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH de la marca LAMP o similar. Reflector fabricado en policarbonato mate y marco en acabado blanco y lamina óptica. Disipador de aluminio inyectado. Modelo para LED COB con temperatura de color blanco cálido y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP40. Clase de aislamiento II. Totalmente instalado y funcionando.

ASEOS		9				9,00	
CAFETERIA		9				9,00	
							18,00

EDE010503 **ud** **Tira flexible LED**

Suministro e instalación de tira flexible, modelo fine led de la marca LAMP. Modelo para LED MID POWER o similar, temperatura de color 3000K, CRI 80. Con un grado de protección IP20. Clase de aislamiento III. Horas de vida: 50.000 L70 B10. Se suministra en bobina de 5 metros y adhesivo 3M en la zona posterior. Estas tiras permiten el corte modular.
Incluye disipador de alumnio y fuente de alimentación a tensión continua de 24 Vdc.

ASEOS		2				2,00	
							2,00

SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS

EQUIPOTENCIAL **ud** **Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias,**

Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias, agua fria, caliente y duchas.

		12				12,00	
							12,00

RED-T.TIERRA **ud** **Red lineal de cable para toma tierra Cu 35mm2 desnudo**

Red lineal cable para toma de tierra con conexión, a base de bornas inox. GDP-18 y cable CU 1x25 mm2.

		40				40,00	
							40,00

TT-1 **ud** **Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**

Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora. El electrodo deberá ser de grafito de alto rendimiento, de la marca INGESCO.

		2				2,00	
							2,00

SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

		1				1,00	
							1,00

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.						
		1				1,00	
							1,00
	APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV TECNICOS						
	SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS TÉCNICOS						
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**						
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.						
		1				1,00	
							1,00
PL-2	**ud Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**						
	Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
		1				1,00	
							1,00
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**						
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
		2				2,00	
							2,00
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**						
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).						
		4				4,00	
							4,00
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**						
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.						
		4				4,00	
							4,00
EDE010504	**ud Luminarias almacen**						
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.						
		2				2,00	
							2,00
PREV-TL	**ud Prevision toma para telefono (tubo+caja)**						
	Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).						
		1				1,00	
							1,00
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**						
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.						
	PARA COMUNICACIONES CON MÁQUINAS	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN						
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**						
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
PL-1	**ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**						
	Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
		1				1,00	
							1,00
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**						
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
		2				2,00	
							2,00
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**						
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).						
		1				1,00	
							1,00
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**						
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.						
		1				1,00	
							1,00
EDE010504	**ud Luminarias almacén**						
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.						
		1				1,00	
							1,00
	SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO						
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**						
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.						
		2				2,00	
							2,00
PL-3	**ud Punto de luz de 1 encendida, 3 puntos**						
	Punto de luz de 1 encendida,3 puntos. Marca y modelo a elegir según memória de calidades.						
		2				2,00	
							2,00
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**						
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).						
		6				6,00	
							6,00
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**						
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento me-						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	diante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	6				6,00	
							6,00
EDE010504	**ud Luminarias almacen**						
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.	6				6,00	
							6,00
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**						
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.						
	MÁQUINAS ENTRADA	1	8,00			8,00	
	VENTA DE TICKETS	1				1,00	
							9,00
PMOTORVENT	**ud Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas**						
	Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas	5				5,00	
							5,00
PREV-TL	**ud Prevision toma para telefono (tubo+caja)**						
	Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).	14				14,00	
							14,00
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**						
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.						
	PARA COMUNICACIONES CON MÁQUINAS	14				14,00	
							14,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN TELECOMUNICACIONES

SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN

TEL. 02.05 **ud Registro principal (Coaxial)**

Registro Principal en RITI (Coaxial): Registro de 50x70x30cm de acorde a la norma UNE20541 o UNE EN 50298. Correctamente colocado según plano. Todo según el pliego de condiciones.

		1			1,00	
						1,00

SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO

TEL. 04.03 **m Cableado distribución multipar**

Cableado distribución multipar 25 pares.

		40			40,00	
						40,00

TEL. 04.07 **m Cableado Distribución fibra óptica**

Cableado distribución Fibra óptica 24 (12 pares) fibras Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos de 4 pares cada uno.

		40			40,00	
						40,00

TEL. 04.11 **m Cableado de datos de usuario**

Cableado de usuario, UTP CAT6E.

		40			40,00	
						40,00

SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y EQUIPOS DE USUARIO

TEL. 06.03 **u P.A.U UTP (6 salidas)**

P.A.U. UTP (6 salidas). Roseta Hembra RJ45 CAT6E. Correctamente conectada al cable de dispersión. Y Multiplexor pasivo de 1 entrada y 6 salidas de 8 vías correctamente conectadas al cableado interior.

		2			2,00	
						2,00

TEL. 06.05 **U P.A.U Fibra óptica**

P.A.U. (punto acceso usuario) Fibra óptica. Roseta dúplex de terminación de red ,correctamente conectada y fusionada al cable de dispersión.

		1			1,00	
						1,00

TEL. 06.07 **u Toma RJ45**

Toma RJ45 CAT6E, 8 vías correctamente conectada y comprobada. Con tapa misma serie mecanismos eléctricos.

CONTROL DE ACCESO		8			8,00	
						8,00

SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE ESTACIÓN

P.A.01 **ud Video portero automático para entrada general**

Video-Portero eléctrico, con comunicación entre el acceso al edificio y conserjería, empleando:
- Placa exterior de portero automático de 1 llamada.
- 1 placas exterior de portero, realizada en aluminio anodizado.
- 1 telefonillos murales de portero.
- 1 partida de líneas de audio, para el total de la instalación, bajo tubo de PVC, así como el cableado

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	y conexionado.						
	- Alimentadores, abrepuertas con retenedor y conmutaciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de portero eléctrico.						
	- Material complementario, piezas especiales, cajas de registro y derivación, lámpara de pulsador, conexiones, medios auxiliares, pequeño material y todos los elementos necesarios para su completa instalación y funcionamiento, líneas de alimentación y conexión eléctrica, según planos y documentación de proyecto, todas las unidades completamente instaladas, probadas y en funcionamiento.						
	Medida la unidad completa por udidad de Vivienda.						
	Instalado según normativa vigente.						
		1				1,00	
							1,00

SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud Documentaciones y tramitaciones**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

	1			1,00	
					1,00

PRUEBAS **ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

	1			1,00	
					1,00

SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS

08.04.01 **m² Pavimento de piezas de terrazo color gris**

Pavimento interior de piezas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), uso intensivo según UNE-EN 13748-1, de 60x60 cm, color gris y en posesión de certificados de ensayos, con un pulido inicial en fábrica, para pulir y abrillantar en obra. COLOCACIÓN: en capa gruesa, a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-7,5, de 3 cm de espesor. Rejuntado con mortero de cemento blanco coloreado en juntas de 1 a 1,5 mm de espesor.

Edificio complementario	1	55,00		55,00	
Edificio de accesos	1	90,00		90,00	
					145,00

08.04.02 **m² Microcemento en paramento vertical**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada EI1 30-C5, de una hoja lisa de 203×82,5×4,5 cm, construida con alma de tablero aglomerado ignífugo, recubierta en ambas caras con laminado de alta presión (HPL), formado por capas de papel kraft impregnadas en resinas fenólicas, y con cantos de placa compacta HPL del mismo acabado.El conjunto incluye bastidor y cerco de madera maciza, montado sobre precerco de pino país de 90×35 mm, y tapajuntas de madera o MDF revestidos en HPL en ambas caras. Dotada de pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, juntas intumescentes perimetrales certificadas, y cierrapuertas aéreo homologado conforme a UNE-EN 1154, garantizando el cierre automático de la hoja. La instalación comprende replanteo, calzado y fijación de la puerta al premarco mediante tornillos galvanizados y espuma de poliuretano, ajuste de herrajes y comprobación final de funcionamiento y cierre estanco. La puerta cumple con las exigencias de resistencia al fuego EI1 30, clasificación de uso C5 (alta frecuencia de maniobras), y con las normas UNE-EN 1634-1 (ensayo de resistencia al fuego) y UNE-EN 14600 (comportamiento frente al fuego y humo). Acabado: laminado HPL color a definir por la Dirección Facultativa (habitualmente blanco o gris claro).

Uso previsto: puertas interiores de baños y zonas de servicio.

Paredes de baños cafeteria	2	10,20	2,60	53,04	
					53,04

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
08.04.03	**m² Tabiquería interior de placas de yeso laminado**						
	Tabique sencillo (15+48+15)/400 (48) (2 hidrofugado), con placas de yeso laminado, de 78 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan dos placas en total (una placa tipo hidrofugado en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico y pasta y cinta para el tratamiento de juntas.						
	Edificio complemantario	1,05	7,00		2,60	19,11	
	Edificio de control de acceso	1,05	15,00		2,60	40,95	
							60,06
08.04.04	**ud Puerta exterior abatible lacada en blanco**						
	Suministro y colocación de puerta exterior abatible ciega de una hoja, dimensiones 203×82,5×3,5 cm, construida con tablero de MDF hidrófugo de alta densidad, con bastidor interior perimetral de madera maciza tratada y acabado prelacado en color blanco.Hoja lisa con moldura recta, apta para exposición exterior bajo marquesina o zona protegida. Incluye precerco de madera de pino tratado de 90×35 mm, galces de MDF hidrófugo de 90×20 mm, y tapajuntas de MDF de 70×10 mm en ambas caras, todo en acabado lacado blanco a juego con la hoja. Herrajes compuestos por bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura de seguridad con falleba o picaporte doble acción, manilla sobre escudo largo acabado negro satinado, y burletes de estanqueidad en todo el perímetro. La instalación comprende replanteo, fijación del premarco a obra, montaje y ajuste de hoja y herrajes, sellado perimetral con silicona neutra blanca y comprobación final de funcionamiento, cierre y alineación.Puerta totalmente montada y probada, apta para uso exterior cubierto, cumpliendo con las exigencias de durabilidad, aislamiento y seguridad de uso del CTE DB-SU y DB-SI.						
	Edificio Complementario	2				2,00	
	Edificio de control de acceos	2				2,00	
							4,00
08.04.05	**ud Puerta madera hoja lisa laminada HPL**						
	Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, de una hoja, lisa, de 203x82,5x4,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas ignífugo, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera maciza y cerco de madera maciza, sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso tapajuntas en ambas caras, pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar, juntas intumescentes, cierrapuertas aéreo, dispositivos de seguridad; alojamiento, calzado y fijación de la puerta al premarco con tornillos de acero galvanizado y espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre precerco y la puerta. Totalmente montado y probado.						
	Baños edificio complentario	2				2,00	
							2,00
08.04.06	**PA Torno de control de accesos bidireccional**						
	Suministro y monetaje de torno motorizado de un solo acceso bidireccional, diseñado para ofrecer flujo eficiente y seguro de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida, gracias a su ancho de paso de 900 mm. Su motor ECO garantiza una larga vida útil con hasta 3.000.000 de ciclos, asegurando máxima durabilidad en entornos de alto tránsito como oficinas, edificios públicos, centros educativos o instalaciones corporativas. Dispone de barrera acrílica de apertura automática en el sentido de la marcha, que asegura una circulación fluida. Incorpora modo de emergencia, permitiendo la apertura inmediata en caso de señal de incendio o corte de corriente. Su indicador LED de estado facilita la orientación al usuario y mejora la usabilidad. La placa principal de configuración con display permite ajustar parámetros clave como tiempos de apertura, contador o entradas de relé. Fabricado en acero inoxidable SUS304 y barrera acrílica, ofrece un diseño ergonómico, robusto y elegante, compatible con sistemas de control de acceso de terceros Plug & Play. Además, incluye tapas universales para lectores de tarjetas, lo que lo convierte en una solución flexible y segura. Es decir, este torno, sirve para uso de paso libre, o lo que es más habitual, requiere de un control/lector de acceso ya sea por tarjeta, llavero o de la forma preferida, para restringir los accesos Incluye control de acceso autónomo, totalmente instalado y probado.						
	Edificio de control de acceso	3				3,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							3,00

CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN

09.01 **m³ Hormigón armado HA-30**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

Cimentación andén	1,05	90,00	0,90	0,30	25,52	
Muro andén	1,05	90,00	0,25	1,50	35,44	
Losa andén	1,05	90,00	1,00	0,20	18,90	
						79,86

09.02 **m³ Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Amplaición andén	1	90,00	1,00	0,10	9,00	
						9,00

09.03 **kg Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

Armado andén	70		79,86		5.590,20	
						5.590,20

09.04 **kg Pernos de anclaje andén**

Pernos compuestos barras de acero corrugado B500SD, colocados cada metro en andén, según planos. Incluye taladros para su colocación, tareas de corte y doblado, anclaje mediante resina de adherencia y cualquier otra tarea necesaria para su correcta ejecución. Incluso pp. medios auxiliares, medidas medioambientales y control de calidad.

Andén norte	89		3,80		338,20	
Andén sur	89		3,80		338,20	
						676,40

09.05 **ud Reparación andén existente**

Reparación integral de andenes actuales, según el Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes redactado incluyendo la totalidad de las actuaciones definidas en el Anejo 6 – Anexo VIII del Proyecto Constructivo.

Los trabajos incluidos en esta partida comprenden todas las unidades necesarias para la rehabilitación estructural y de durabilidad de los andenes, y en particular:

- Limpieza intensa y preparación de superficies de hormigón.
- Reparaciones superficiales de hormigón, saneo y restitución de recubrimientos.
- Pasivación de armaduras según prescripciones del PPTP.
- Protección e impermeabilización integral mediante morteros cementosos elásticos.
- Sustitución del sellado de juntas de dilatación.
- Inyección de fisuras con resina epoxi (>0,2 mm) y sellado elastomérico (<2 mm).
- Restauración de volúmenes perdidos con mortero tixotrópico.
- Ejecución de taladros en hormigón armado y ventilación interior mediante rejillas 200×200 mm.

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Todas las operaciones auxiliares necesarias para su correcta ejecución: preparación de superficies, limpieza, accesos, medios auxiliares, y seguridad y salud.						
	Reparación andén	1				1,00	
							1,00
	CAPÍTULO 10 JARDINERÍA						
RETARB	**ud Retirada de árboles**						
	Retirada de árboles mediante medios manuales y/o mecánicos. Se incluyen todos los trabajos necesarios para ello. Incluso p.p. de tala de ramas y tronco, destoconado con posterior relleno del hueco de la cepa con tierra, adecuación del material para su entrega a gestor (limpieza de raíces, corte de ramas y tronco, etc.) recogida y carga sobre camión o contenedor de la broza generada, transporte y entrega a gestor autorizado. Incluye cualquier canon						
	Árboles	8				8,00	
							8,00
UJA050	**m² Aporte de tierra vegetal y extendido**						
	Aporte y extendido de tierra vegetal cribada, suministrada a granel desde planta autorizada, con contenido en materia orgánica =3 % y granulometría adecuada para usos de jardinería y revegetación. La tierra se extenderá con medios mecánicos en capas de espesor uniforme de 80 cm, evitando compactaciones excesivas y daños a las plantas o instalaciones existentes. Incluye el perfilado y nivelación final del terreno, protección y señalización del área de trabajo, así como las operaciones de ajuste manual y limpieza necesarias para dejar la superficie en condiciones de plantación o siembra. Comprende el suministro, transporte, descarga, extendido y nivelado, así como los medios auxiliares y medidas de seguridad y salud necesarias para la correcta ejecución.						
	Jardines y alcorques	1	280,00			280,00	
							280,00
PLTRECT15010	**m Pletina rectangular de acero 120x10mm para alcorque y jardineras**						
	Sumnistro y colocación de pletina rectangular de acero corten de 12 cm de profundidad y 1 cm de espesor en formación de alcorque de diversas medidas y formas en planta, soldada en taller o en obra, con canto superior romo, juntas de dilatación entre chapas, pletinas de apoyo de 5x15x1cm sobre la solera de hormigón y sellado de juntas con el pavimento de adoquín con sikaflex 11FC. Completamente instalada. Incluye material auxiliar y anclajes. Según detalles de planos.						
	Alcorques	32	3,14			100,48	
	Jardineras	1	14,00			14,00	
							114,48
UJP010pCA	**ud Suministro y Plantación de árbol tipo Melia azedarach**						
	Suministro y plantación de árbol ornamental Melia azedarach (Melia), con perímetro de tronco comprendido entre 14 y 16 cm a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado y en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor. La plantación se realizará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal cribada y substratos vegetales fertilizados (mezcla de materia orgánica y sustrato universal) para garantizar el arraigo. Incluye formación de alcorque perimetral, colocación de tutor individual de madera tratada o metálico galvanizado, amarre con cinta flexible, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende el replanteo de la alineación de plantación, el suministro de materiales, transporte, herramientas, medios auxiliares, seguridad y todos los trabajos necesarios para dejar el árbol correctamente plantado, alineado y enraizado, conforme a las buenas prácticas de jardinería y a la Norma UNE 170001-1.						
	Melia azedarach	15				15,00	
							15,00
UJP010pCAASC	**ud Suministro y Plantación de árbol tipo Tilo**						
	Suministro y plantación de árbol de sombra Tilo (Tilia hybrida argentea) de 20–25 cm de perímetro de tronco medido a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar y tutor de guía si procede. nLa plantación se ejecutará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal seleccionada y cribada, mezcla de sustratos orgánicos fertilizados, y formación de alcorque perimetral para recogida de riego. Incluye colocación de tutor de madera tratada o metálico galvanizado, amarre flexible no dañino, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende todos los						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	trabajos y materiales necesarios: replanteo, excavación, plantación, relleno, compactado, aporte de sustratos, tutorado, riego y limpieza, así como medios auxiliares y medidas de seguridad, conforme a la Norma UNE 170001-1.						
	Tilo	27				27,00	
							27,00
UJP010pCASDV	**ud Suministro y Plantación de arbusto madroño**						
	Suministro y plantación de arbusto perenne tipo Madroño, de 80 cm de altura media, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm excavado mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato vegetal fertilizado, garantizando el correcto drenaje y la aireación del suelo. Incluye formación de alcorque, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos necesarios: replanteo, excavación, relleno, compactado, aporte de sustratos, riego y limpieza, así como medios auxiliares, mano de obra especializada y medidas de seguridad, ejecutado conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.						
	Madroño	82				82,00	
							82,00
DFNFGNFGN	**ud Suministro y Plantación de ciprés**						
	Suministro y plantación de ciprés común (Cupressus sempervirens) para formación de seto perimetral, de 1,75 m de altura, en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm, abierto mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato orgánico fertilizado, asegurando el correcto enraizamiento y drenaje. Incluye alineación y replanteo de la línea de plantación, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias, dejando los ejemplares correctamente plantados, alineados y en condiciones de crecimiento óptimo, conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.						
	Ciprés	386				386,00	
							386,00
	CAPÍTULO 11 VARIOS						
	SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN						
	APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL						
PABND	**m Pintura acrílica en banda de hasta 30 cm en eje**						
	Pintura acrílica especial ciudad, en banda de hasta 30 cms de ancho, en eje, de forma continua o discontinua, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempor de espera de secado.						
	Zona aparcamiento	1	2.123,00			2.123,00	
							2.123,00
PATRANS	**m² Pintura acrílica en marcas transversales**						
	Pintura acrílica especial ciudad, marcas transversales en isletas, pasos de peatones, lineas de parada, dados de 30x50 cms, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempo de espera de secado.						
	Zona aparcamiento	1		93,00		93,00	
	Aparcamientos	1				1,00	
							94,00
SDVSDVS	**ud Señalización y pintado de plazas de aparcamiento especiales (PMR**						
	Ejecución de señalización horizontal y pintado de plazas de aparcamiento especiales, sobre pavimento de hormigón o asfalto, mediante la aplicación de pintura epoxi o acrílica de tráfico de alta resistencia, color azul RAL 5015/5017 para PMR o verde RAL 6018/6024 para vehículo eléctrico, según el uso indicado en planos. Incluye la limpieza y barrido del pavimento, aplicación de imprimación selladora epoxi para favorecer la adherencia, y dos manos de pintura de acabado aplicada mediante rodillo o pistola, con líneas perimetrales blancas de 10 cm y pictogramas o símbolos identificativos (silla de ruedas para PMR o símbolo de recarga “EV/rayo/enchufe” para vehículo eléctrico) en color						

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	blanco.						
	Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, protecciones, señalización temporal y limpieza final, dejando las plazas correctamente delimitadas, visibles, antideslizantes y en servicio.						
	Plazas PMR	5	5,00	3,50		87,50	
	Plazas vehículo eléctrico	6	5,00	3,50		105,00	
							192,50

APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL

SCUG **ud Señal rectangular con texto**

Suministro y colocación de señal vertical rectangular informativa o direccional, de dimensiones según planos, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Superficie con texto, flechas o pictogramas serigrafiados en vinilo negro o azul/blanco según la tipología, fondo en color conforme al Manual de Señalización de la DGT o normativa específica (azul para información, blanco para servicios, amarillo para obras o estación ferroviaria). Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, empotrado y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m o fijado mediante anclaje mecánico. Incluye cartelería, soportes, tornillería inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares, y medidas de seguridad y limpieza final. Se dejará completamente instalada, vertical, alineada y lista para servicio, cumpliendo lo dispuesto en las normas UNE 135340, UNE 135314 y el Manual de Señalización Vertical.

	Señal rectangular	8				8,00	
							8,00

SC90 **ud Señal circular/octogonal de 60 cm de diámetro**

Suministro y colocación de señal vertical circular u octogonal de 60 cm de diámetro, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante tipo clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, fijado al terreno mediante empotramiento y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 (0,40×0,40×0,60 m) o mediante tornillería de anclaje, según el tipo de base. Incluye: cartel, soporte, anclajes, tornillería de acero inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares y seguridad. Se dejará completamente instalada, alineada, vertical y en servicio, cumpliendo el Manual de Señalización Vertical y la normativa UNE 135340/135314.

	Señales circulares/octogonal	9				9,00	
							9,00

SCU90 **ud Señal indicativa de estación ferroviaria tipo “PETRA”**

Suministro y colocación de señal direccional indicativa de estación ferroviaria de Petra, fondo amarillo reflectante clase 2 (microprismático) con texto en negro y pictograma de tren, según UNE 135340 y Manual de Señalización. Fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, plegada en los bordes y con laminado reflectante de alta intensidad. Montada sobre poste tubular galvanizado Ø80 mm, anclado a zapata de hormigón en masa HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m con pernos de anclaje. Incluye herrajes, abrazaderas, tornillería, nivelación y replanteo.Color base RAL 1023 (amarillo tráfico), rotulación en vinilo negro de alta durabilidad, resistente a radiación UV. Totalmente instalada y alineada, lista para su uso, cumpliendo las normas de señalización y visibilidad diurna/nocturna.

	Señal estación	1				1,00	
							1,00

SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES

11.02.01 **ud** **Banco tipo Malaga WPC o similar sin respaldo**

Suministro e instalación de banco modular modelo Málaga WPC, de Cervic o similar, Incluye suministro, transporte, colocación sobre base nivelada de mortero o solera de hormigón HM-20, alinea-

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	ción, sellado perimetral y limpieza final, quedando el banco perfectamente instalado en andén y estable. Medición por unidad completamente terminada y enrasada con el pavimento del andén.						
	Bancos WPC	12				12,00	
							12,00
	SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS						
11.03.01	**ud Papelera tipo Cerdanyola o similar**						
	Suministro y colocación de papelera urbana tipo "Cerdanyola" o similar, de chapa perforada galvanizada y pintada al horno, con soporte de tubo de acero galvanizado, anclado firmemente al pavimento mediante empotramiento o tornillería de acero inoxidable. Dimensiones aproximadas: 425×385×1032 mm y capacidad 60 litros. Incluye todos los accesorios de fijación, anclajes, tornillería, nivelación, alineación, limpieza final y comprobación de estabilidad, así como el suministro de todos los materiales y medios auxiliares necesarios. Papelera totalmente instalada y en servicio.						
	Papeleras	12				12,00	
							12,00
	SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO						
11.04.01	**m Vallado cerramiento andén**						
	Suministro y montaje de verja ULTRA de Rivisa o similar, de 2,00 m de altura, formada por bastidores electrosoldados con perfiles horizontales 40x40 mm y barrotes verticales 25x25 mm, conforme a la configuración estándar del fabricante. Postes metálicos cuadrados 60x60 mm, anclados al andén mediante placas base y anclajes químicos M16, perfectamente aplomados y alineados. La unión poste–bastidor se realizará mediante los casquillos o accesorios específicos del sistema ULTRA, garantizando un montaje rápido, sin soldaduras, y equipado con tornillería de seguridad indesmontable. Protección anticorrosiva mediante el sistema Protecline® del fabricante (galvanizado en caliente + plastificado), con acabado en color blanco RAL 9016. La partida incluye: replanteo, mecanización previa en taller, montaje, anclajes, accesorios específicos, protección de superficies adyacentes y verja completamente instalada y en servicio.						
	Andén norte	1	113,00			113,00	
	Andén sur	1	112,00			112,00	
							225,00
11.04.02	**m Vallado perimetral**						
	Suministro y colocación de vallado perimetral formado por malla de simple torsión galvanizada y plastificada en color verde RAL 6015, con paso de malla de 40 mm y alambre de 2,7/3 mm de diámetro, fijada a postes metálicos de acero galvanizado de Ø48 mm y 2,40 m de altura, dispuestos cada 2,5 m aproximadamente, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 30×30×40 cm. Incluye la colocación de tensores, alambres superior, intermedio e inferior, grapas y accesorios de fijación, así como la alineación, nivelación y tesado de la malla. Comprende todos los materiales, herrajes, medios auxiliares, replanteo, excavación de dados, hormigonado, relleno, compactación y limpieza final, dejando el cerramiento completamente instalado, tensado y en servicio.						
	Planta solar	1	455,00			455,00	
	Zona aparcamiento y balsa	1	47,00			47,00	
							502,00
11.04.03	**ud Puerta cancela**						
	Suministro y colocación de puerta cancela metálica de una hoja, de 7,00 m de longitud y 2,00 m de altura, formada por bastidor de perfiles tubulares de acero galvanizado, con relleno de mallazo electrosoldado galvanizado de cuadrícula 100×50 mm y alambre Ø4 mm, y acabado plastificado color verde RAL 6015, igual al vallado perimetral. La cancela incluye poste de bisagra y poste de cerrojo de tubo de acero galvanizado de 80 mm de diámetro y 3 mm de espesor, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 40×40×50 cm, con tiranta de refuerzo de 3 m de altura según longitud de hoja. Incluye bisagras reforzadas, cerradura de seguridad con falleba o pestillo, topes de apertura, accesorios de fijación, herrajes galvanizados, y pintura plástica protectora del mismo tono que el cerramiento.Comprende todos los materiales, herrajes, anclajes, excavación y hormigonado de dados, replanteo, medios auxiliares, mano de obra, limpieza final y pruebas de funcionamiento, dejando la cancela perfectamente instalada, alineada y en servicio.						
	Balsa	1				1,00	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Parque solar	1				1,00	
							2,00

SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO EXISTENTE

WEGW **m Limpieza y acondicionamiento vallado vías**

Limpieza y acondicionamiento superficial de vallado hacia la vías existente con murete de hormigón y vallado metálico, afectado por suciedad, eflorescencias y depósitos superficiales. Los trabajos incluyen lavado a presión con agua limpia (mín. 120 bar) para eliminar polvo, restos biológicos, manchas, carbonatación superficial y residuos adheridos; cepillado manual o mecánico en zonas localizadas; aplicación puntual de limpiador neutro o decapante suave donde sea necesario para recuperar la uniformidad del paramento; limpieza perimetral de juntas y coronación, y retirada de restos y residuos a gestor autorizado. Comprende todos los medios auxiliares, herramientas, productos de limpieza para dejar el murete en buen estado estético y sin residuos visibles, sin alterar su integridad estructural ni la del vallado superior.

Zona norte vias	1	49,00			49,00	
Zonas sur vias	1	46,00			46,00	
						95,00

SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO ANDÉN

11.06.01 **m² Pintura antihumedad en murete de andén, color blanco**

Aplicación de pintura plástica antihumedad de alta resistencia, transpirable y lavable, color blanco, sobre paramento de hormigón en el murete del andén. El trabajo incluye la limpieza previa de la superficie, eliminación de polvo, eflorescencias, aplicación de una capa de imprimación selladora acrílica para favorecer la adherencia y dos manos de pintura plástica antihumedad al silicato o acrílica reforzada, aplicada mediante rodillo o pistola en capas uniformes. Comprende protección de elementos adyacentes, andamiaje o medios auxiliares, herramientas, mano de obra cualificada y limpieza final. Acabado final continuo, uniforme y sin brillos, cumpliendo las especificaciones del fabricante y las exigencias del CTE DB-HS1 (protección frente a la humedad).

Andén norte	1	90,00	1,70	153,00	
Andén sur	1	90,00	1,70	153,00	
					306,00

CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

12.01 **Ud Partida de gestión de residuos**

Partida de gestión de residuos de acuerdo a lo expuesto en el correspondiente anejo.

Total cantidades alzadas					1,00
					1,00

CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD

13.01 **ud Partida de Seguridad y Salud**

Medidas de Seguridad y Salud durante la obra, detalladas según mediciones y precios descritos en el Anejo correspondiente del proyecto, para cumplimiento del RD 1627/1997 relativo a las medidas de protección individual, colectivas, de extinción de incendios, eléctricas, instalaciones de higiene y bienestar, medicina preventiva y primeros auxilios y formación y reunión de obligado cumplimiento.

Total cantidades alzadas					1,00
					1,00

CUADRO DE PRECIOS N.º 1

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

01.01 **ud** **Desmontaje de farolas** **23,84**

Desmontaje completo de farola existente, incluyendo luminaria, brazo, báculo, base de anclaje, caja de conexión, cableado hasta arqueta, y elementos de fijación. Comprende desconexión eléctrica, desmontaje manual o mecánico, retirada y carga para transporte, gestión de residuos y acopio de elementos aprovechables. Incluye medios auxiliares, herramientas, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución conforme al R.E.B.T. e instrucciones de la Dirección Facultativa.

VEINTITRES EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

01.02 **ud** **Desmontaje de marquesina metálica andén** **288,28**

Desmontaje completo de marquesina metálica ligera, compuesta por estructura metálica y cubierta. Comprende el desmontaje mediante grúa, retirada de luminarias, desmontaje de anclajes o placas de fijación, carga, transporte y gestión de residuos o acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, grúa si es necesaria y medidas de seguridad conforme al R.D. 1627/1997 y normativa vigente.

DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

01.03 **ud** **Desmontaje de bancos** **11,67**

Retirada completa de banco anclado sobre pavimento de hormigón, incluyendo desmontaje de asiento, respaldo y apoyos metálicos o de fundición, desatornillado o corte de anclajes mecánicos, limpieza del pavimento y recuperación del banco para su posible reutilización. Comprende la carga, transporte y acopio del material en zona indicada por la Dirección Facultativa para su posterior reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, protección del pavimento existente y medidas de seguridad necesarias conforme al R.D. 1627/1997.

ONCE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

01.04 **m²** **Desmontaje de estructura metálica edificio de control** **95,81**

Desmontaje completo de edificio prefabricado/modular de estructura metálica ligera, con cerramientos y cubierta tipo panel, carpinterías metálicas/aluminio, pavimentos y acabados interiores, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo desatornillado o corte de uniones, retirada ordenada de paneles de fachada y cubierta, levantado de carpinterías, puertas, vidrios, falsos techos y luminarias, desconexión y desmontaje de instalaciones interiores, y retirada de tornillería y anclajes a losa. Comprende carga manual sobre camión/contenedor, transporte y gestión en gestor autorizado de los residuos no reutilizables, así como acopio de elementos recuperables. Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares, herramientas, grúa o elevador si fuera necesario, señalización, seguridad y limpieza final, dejando la zona libre y en condiciones para posteriores trabajos.

NOVENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

01.05 **m** **Levantado de barandilla metálica de 100 cm** **12,71**

Levantado con medios manuales y equipo de oxicorte de barandilla metálica recta de aproximadamente 1,00 m de altura, incluyendo el corte o desmontaje de anclajes, retirada de los elementos metálicos, carga manual sobre camión y gestión de residuos. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias.

DOCE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

01.06 **m** **Desmontaje de cierre metálico** **8,49**

Desmontaje completo de cierre metálico existente, con postes metálicos, pletinas, tornillería y anclajes sobre zapata o murete de hormigón. Comprende el corte o desatornillado de los elementos, extracción de postes y anclajes, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

01.07 **ud** **Desmontaje de torre de media tensión** **2.335,08**

Desmontaje completo de torre metálica de línea de media tensión, incluyendo estructura soporte, crucetas, aisladores, herrajes, conductores, elementos de puesta a tierra y anclajes. Comprende la desconexión previa de la línea por empresa autorizada, desmontaje manual o mecánico de los elementos estructurales, corte o retirada de cimentaciones superficiales si existen, acopio y carga de materiales reutilizables, retirada de residuos y transporte a gestor autorizado. Incluye medios auxiliares, grúa, herramientas, mano de obra especializada y medidas de seguridad según Re-

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

glamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RD 223/2008), R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctrico y normativa aplicable.

DOS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

01.08 **ud** **Desmontaje de señalización** **29,09**

Retirada completa de elementos de señalización vertical, informativa o direccionales existentes, incluyendo carteles, placas, paneles, mástiles, anclajes y cimentaciones superficiales si las hubiera. Comprende el desmontaje mecánico, desconexión eléctrica en caso de señalización iluminada, acopio y transporte de los elementos aprovechables, retirada y gestión de residuos conforme a la normativa vigente. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias según indicaciones de la Dirección Facultativa.

VEINTINUEVE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

01.09 **ud** **Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco** **87,23**

Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos, y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

OCHENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

01.10 **PA** **Retirada servicios existentes** **5.300,00**

Retirada y desmantelamiento de los servicios existentes en el ámbito de actuación, incluyendo todas las canalizaciones, arquetas, cableados, acometidas eléctricas y redes enterradas en desuso o que interfieran con las nuevas obras. Comprende el desmontaje y retirada manual o mecánica de canalizaciones, arquetas, cuadros eléctricos y cimentaciones, corte y desconexión segura de líneas activas, separación y clasificación de materiales, carga, transporte y gestión de residuos a vertedero o gestor autorizado, así como el saneo, relleno, compactación y limpieza final del terreno. Incluye replanteo, medios auxiliares, señalización, vallado, medidas de seguridad, control de riesgos eléctricos, herramientas, y dirección y supervisión de los trabajos, dejando la zona completamente despejada y en condiciones para la ejecución de las nuevas instalaciones.

CINCO MIL TRESCIENTOS EUROS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES

02.01 **m** **Demolición de bordillo de hormigón** **4,01**

Demolición de bordillo de hormigón asentado sobre base de hormigón, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo el levantado, rotura del mortero de agarre, limpieza de la zona, carga manual sobre camión o contenedor. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS

02.02 **m²** **Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico** **9,17**

Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, mediante retroexcavadora equipada con martillo rompedor, incluyendo el corte, levantado y fragmentado del firme, carga mecánica sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye maquinaria, mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, así como la limpieza final de la superficie.

NUEVE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

02.03 **m²** **Demolición de pavimento tipo panot** **4,38**

Demolición de pavimento de baldosas y/o losetas de hormigón tipo panot, mediante martillo neumático, incluyendo el levantado, rotura de las piezas y de la capa de asiento, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

CUATRO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

02.04 **m²** **Demolición de pavimento continuo de hormigón armado** **22,38**

Demolición de pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, mediante martillo neumático y equipo de oxicorte para el corte de armaduras, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo la fragmentación, limpieza, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

VEINTIDOS EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

02.05 **ud** **Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta** **69,59**

Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta, incluyendo la desconexión y retirada de líneas eléctricas, desmontaje de envolvente metálica o de poliéster, anclajes, base de apoyo y elementos interiores. Comprende la carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para su posible reutilización. Incluye mano de obra cualificada, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad sobre riesgo eléctrico y normativa vigente.

SESENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

02.06 **m²** **Demolición cubierta de edificio existente** **34,97**

Desmontaje completo de cubierta inclinada de teja existente, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo la retirada ordenada de las tejas, rastreles, tablero o elementos de apoyo, hasta dejar el plano del forjado estructural limpio y nivelado. La operación comprende igualmente la demolición de los aleros perimetrales de la cubierta, ejecutada con picas eléctricas o martillo ligero, garantizando la continuidad del plano estructural y evitando daños en los elementos contiguos. Se incluyen todos los medios auxiliares necesarios, así como el barrido y limpieza final del área de trabajo, dejando la cubierta completamente despejada, segura y lista para la posterior ejecución de la nueva impermeabilización de cubierta. La unidad comprende mano de obra especializada, herramientas, medios mecánicos ligeros, protección de elementos contiguos y verificación final de limpieza y seguridad, conforme a las exigencias del CTE DB-SG, DB-SI y DB-SUA.

TREINTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA

03.01 **m²** **Desbroce y limpieza del terreno con arbustos y tocones, hasta un** **1,93**

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínimo 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

UN EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

03.02 **m³** **Desmonte de terreno** **6,30**

Desmonte de terreno natural de arcilla semidura mediante medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de proyecto, incluyendo el arranque, carga, así como la carga de los materiales extraídos sobre camión o acopio lateral. En caso de afloramiento de nivel freático o presencia de aguas de infiltración, se incluye la colocación puntual de bomba de achique, con canalización provisional y evacuación del agua fuera del recinto de excavación, garantizando la estabilidad y sequedad del fondo durante la ejecución. Comprende la mano de obra, maquinaria, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo las operaciones de replanteo, control de cotas y limpieza final del fondo de excavación. El material sobrante según indique la dirección facultativa.

SEIS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

03.03 **m³** **Terraplenado de terreno** **21,54**

Terraplenado mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material procedente de la propia excavación, su humectación o desecación si es necesaria y compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3 y hasta conseguir la cota de subrasante prevista en el proyecto. Incluye maquinaria, mano de obra, control de compactación, riegos, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

03.04 **m²** **Refino y planeo de una excavación** **0,98**

Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.

CERO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

03.05 **m³** **Excavación balsa** **6,39**

Excavación de tierras para formación de balsa en arcilla semidura, ejecutada por medios mecánicos (excavadora y apoyo de carga), conforme a las rasantes, taludes y geometría del proyecto, con perfilado y saneo del fondo y taludes, gestión de aguas (achiques menores) y retirada de materiales inadecuados.

SEIS EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN

SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE SOLAR

04.01.01 **Camino de zahorra artificial ZA-25 de 20** **22,05**

Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION APARCAMIENTO

04.02.01 **m²** **Geotextil no tejido de polipropileno 150 g/m²** **1,42**

Suministro y colocación de geotextil no tejido de polipropileno de 150 g/m², con funciones de separación y filtración, dispuesto directamente sobre el terreno natural regularizado y compactado, actuando como capa separadora entre la explanada y la subbase granular. La colocación se realizará en bandas continuas, con solapes mínimos de 30 cm, tensado manual, sin pliegues, y con remontes laterales hasta la cota superior de la subbase. Incluye suministro, transporte, extendido, solapes, recortes, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución.

UN EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.02.02 **m³** **Subbase de grava machacada 4/20 mm** **20,10**

Ejecución de subbase de grava machacada 4/20 mm, con un espesor total de 30 cm, extendida en tongadas de 10–15 cm, humedecida si es necesario y compactada mecánicamente hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación, humectación, compactación con rodillo vibrante o bandeja mecánica, control de densidad y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

VEINTE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

04.02.03 **m³** **Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm** **61,90**

Ejecución de capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm, con un espesor de 5 cm, extendida sobre la subbase previamente compactada, nivelada y limpia, formando una base regular para la colocación del adoquín microporoso. La gravilla será de árido silíceo o calizo duro, lavada, exenta de finos, polvo y materia orgánica, garantizando la permeabilidad y estabilidad del pavimento. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación y planeo final, así como la mano de obra, herramientas y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

SESENTA Y UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

04.02.04 **m²** **Pavimento adoquinado bicapa** **56,63**

Suministro y colocación de adoquín microporoso de hormigón prefabricado, formato 15×15×10 cm, con separadores laterales de 3 mm. El material dispondrá de una estructura microporosa continua, con capacidad de infiltración certificada = 2.624 mm/h, equivalente a un caudal de 7.290 l/(s·ha). Resistencia mínima a compresión: 50 N/mm²; resistencia a flexotracción = 5 N/mm². Coeficiente de permeabilidad y durabilidad conforme a la norma UNE-EN 1338 para adoquines de hormigón. Incluye suministro de adoquines, transporte, colocación, rejuntado, compactación superficial con placa vibrante de goma, limpieza final, medios auxiliares, control de nivelación y todas las medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución.

CINCUENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.02.05 **m²** **Hormigón drenante** **24,53**

Ejecución de pavimento de hormigón drenante de 10 cm de espesor, colocado sobre la subbase previamente compactada y regularizada, con resistencia característica fck = 25 MPa, porosidad efectiva 15–25 %, densidad 1.700–1.900 kg/m³. El hormigón se fabricará con árido grueso de granulometría controlada (4/12 mm), contenido reducido de finos y aditivos plastificantes para mantener la trabajabilidad sin pérdida de porosidad. La puesta en obra se realizará con extendedora, sin vibrado intenso, acabado superficial con rodillo. Incluye suministro del material, extendido, planeo, curado, juntas de retracción, limpieza final, control de calidad y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.02.06 **m²** **Base de zahorra artificial 0/32 e=20 cm** **22,05**

Capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

04.02.07 **m²** **Solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor** **20,72**

Ejecución losa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acceso aparcamiento, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.

VEINTE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.02.08 **m²** **Rampa prefabricada de hormigón para paso peatonal** **144,59**

Suministro y colocación de rampa prefabricada de hormigón armado de 10cm de espesor para paso peatonal, compuesta de losas modulares de hormigón prefabricado, adecuadas para tránsito peatonal, ancladas y asentadas sobre base nivelada. La rampa incluirá: acabado antideslizante, pendiente conforme a normativa de accesibilidad y remate con el pavimento de adoquín. Se incluye el transporte al punto de obra, montaje sobre base, nivelación, unión entre módulos, juntas de dilatación y limpieza final. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias. Condiciones específicas: Los módulos prefabricados serán de hormigón HA-25/B/20 (o equivalente) con acabado antideslizante Clase C, inclinación = 8 % o según normativa de accesibilidad local, y anchura mínima según proyecto.

CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL

04.03.01 **m²** **Baldosa prefabricada de hormigón 40×20×5 cm, tipo rugoso antides** **20,13**

Suministro y colocación de pavimento de baldosas prefabricadas de hormigón de 40×20×5 cm, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y rejuntadas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor debidamente nivelada. Incluye el suministro de materiales, preparación de la superficie de apoyo, extendido del mortero, colocación, alineación y nivelación de las baldosas, rejuntado, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución. Cumplirá lo especificado en el artículo 691 del PG-3, y en la Norma UNE-EN 1339 para losas de hormigón para pavimentación.

VEINTE EUROS con TRECE CÉNTIMOS

04.03.02 **m²** **Solera de hormigón HM-20 para zona peatonal** **20,72**

Ejecución de pavimento de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acerado, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.

VEINTE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.03.03 **m²** **Base de zahorra artificial 0/32 acera e=20 cm** **22,05**

Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

VEINTIDOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

04.03.04 **m** **Bordillo - tipo recto 15x25cm C5** **25,33**

Suministro y colocación de bordillo recto de hormigón, monocapa, sección 15×25 cm, clase C5, con clase climática B (absorción = 6 %), clase resistente a la abrasión H (huella = 23 mm) y clase resistente a flexión S (R = 3,5 N/mm²), conforme a UNE-EN 1340 y UNE 127340. Colocado sobre base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo. Rejuntado (junta = 5 mm) con mortero M-5 industrial. Incluye p.p. de topes/contrafuertes al dorso y lado calzada, alineación, nivelación, replanteo, cortes y piezas especiales, limpieza final y medios auxiliares necesarios.

VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.05 **m** **Bordillo tipo jardinera, enrasado con el pavimento 20x8** **22,12**

Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón tipo jardinera, de 20×8 cm de sección, enrasado con el pavimento de adoquín adyacente, para delimitación de zonas ajardinadas o isletas. Las piezas serán de resistencia característica = 35 MPa, absorción = 6 %, y acabado liso o biselado superior, conforme a la norma UNE-EN 1340. La colocación se realizará sobre cama de mortero M-5 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada y alineada, con relleno lateral de mortero o arena estabilizada según la unión con el pavimento contiguo. El bordillo se dispondrá enrasado con el pavimento adoquinado, garantizando la continuidad superficial sin resaltes y respetando las pendientes de drenaje del proyecto. Incluye el suministro, corte y ajuste de piezas, nivelación, rejuntado de juntas (= 5 mm), compactación de rellenos laterales, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

VEINTIDOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

04.03.06 **m²** **Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris** **71,63**

Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.

SETENTA Y UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.07 **m²** **Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color rojo** **66,14**

Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color rojo, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, formada por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido y totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.

SESENTA Y SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
04.03.08	m²	**Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco**	63,73

Suministro y colocación de pavimento cerámico acanalado direccional, de 30×30×1,5 cm, color blanco, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá como franja de guiado longitudinal para orientación de personas con discapacidad visual, en recorridos accesibles de andenes, pasos o zonas de tránsito, garantizando la alineación continua de las acanaladuras y su correcta orientación en el sentido de la marcha. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las baldosas se recibirán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con juntas selladas con mortero hidráulico, asegurando la continuidad funcional y estética del pavimento. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado, funcional y terminado.

SESENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

04.03.09	m²	**Baldosa antideslizante 40x40 cm color gris**	62,71

Ejecución de pavimento de losas prefabricadas de hormigón de 40×40×5 cm, color gris natural, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y selladas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor, nivelado y regleado. Debajo del mortero se dispondrá lámina impermeabilizante bicapa de betún modificado SBS, adherida al soporte de hormigón del andén mediante imprimación bituminosa previa, con solapes mínimos de 8 cm y refuerzos en encuentros. Incluye el suministro de materiales, preparación y limpieza del soporte, imprimación, colocación de la impermeabilización, formación de capa de mortero, colocación, ajuste y rejuntado de las losas, limpieza final, control de calidad y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución. Conforme a lo establecido en el PG-3 (artículos 542 y 691), y a las normas UNE-EN 1339 (losas de hormigón para pavimentación) y UNE-EN 13707 (láminas bituminosas para impermeabilización).

SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

04.03.010	m²	**Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm**	66,14

Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color gris, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.

SESENTA Y SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

04.03.11	m²	**Baldosacon acanaladuras 60x40 cm color gris**	71,63

Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.

SETENTA Y UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

DDHDJHT **m²** **Pavimento asfáltico para tráfico pesado T2 incluso base** **58,93**

Formación de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada tipo E1, compuesto por: capa granular de 40 cm de espesor de zahorra artificial ZA-25, con coeficiente de Los Ángeles = 30, adecuada para tráfico T2; riego de imprimación mediante aplicación de emulsión bituminosa tipo ECI; capa base de 15 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 30, filler calizo y betún asfáltico B 60/70; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa intermedia de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 BIM D, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 40/50; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B, según UNE-EN 13108-2, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 60/70. Ejecutado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» (Orden Circular 6/2022 del MITMA) y al Pliego PG-3.

CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 05 INSTALACIONES

SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO

05.01.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** **27,27**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.01.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación** **28,50**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.01.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo** **26,29**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.01.04 **ud** **Conexion y acometida agua potable** **1.504,34**

Ejecución de nueva acometida de agua potable del edificio de complementario, con conexión a la red principal existente, incluyendo la realización de la conexión a la conducción general de abastecimiento, colocación de válvula de corte de bola Ø63 mm, contador general homologado, y todos los accesorios de unión, compresión y estanqueidad necesarios. Comprende asimismo la ejecución de arqueta de ladrillo macizo, con dimensiones interiores mínimas 0,38×0,38 m, enfoscada y pintada, provista de tapa y marco de acero inoxidable AISI 316L homologados, relleno y fijación al pavimento, y chapa identificativa en acero inoxidable para localización de válvula y contador. Incluye las demoliciones necesarias, restitución del pavimento afectado, remates, raseados, enlucidos, pruebas de estanqueidad y limpieza final, dejando la acometida completamente terminada, en servicio y conforme a las normas de la empresa de abastecimiento.

MIL QUINIENTOS CUATRO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.01.05 **ud** **Arqueta de registro de 40x40** **404,29**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.

CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.01.06 **m** **Tuberia PE Ø63mm** **8,73**

Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas de color azul, de 63 mm de diámetro exterior y 3,8 mm de espesor, SDR17, PN=10 atm, enterrada.

OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO

05.02.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** **27,27**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.02.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación** **28,50**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.02.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo** **26,29**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.02.04 **ml** **Colector hormigón armado Ø400mm** **115,38**

Suministro y colocación de tubería de hormigón armado DN 400 mm para saneamiento sin presión, fabricada con cemento SR (resistente a sulfatos) y clase 90, con marcado CE conforme a UNE-EN 1916 y UNE 127917.Unión macho-hembra con junta elastomérica de caucho estanco (EPDM o NBR) según UNE-EN 681-1, garantizando la estanqueidad de la conducción. Incluye transporte, manipulación, alineación, nivelación, montaje y unión de tubos en zanja, así como la colocación de piezas especiales (manguitos, reducciones y derivaciones), limpieza interior, taponado de extremos durante el montaje y pruebas de estanqueidad conforme a UNE-EN 1610.No incluye excavación, cama de asiento ni rellenos, que se miden en partidas independientes. Tubería apta para instalación en terrenos con agresividad química (presencia de sulfatos). Totalmente instalado y probado.

CIENTO QUINCE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

05.02.05 **m** **Tubería PVC corrugado Ø200mm** **66,26**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

05.02.06 **m** **Tubería PVC corrugado Ø110mm** **45,42**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 110 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

CUARENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

05.02.07 **ud** **Pozo de registro de ladrillo de 1 m de diámetro y 1,6 m de profu** **1.252,54**

MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES

05.03.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** **27,27**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

05.03.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación** **28,50**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

05.03.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo** **26,29**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

05.03.04 **ml** **Colector PVC corrugada Ø200mm** **66,26**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

05.03.05 **ml** **Colector PVC corrugada Ø315mm** **80,18**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

OCHENTA EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

05.03.06 **ml** **Colector PVC corrugado drenante Ø600mm** **156,86**

Suministro y colocación de tubería de PVC corrugado perforado DN 600 mm, doble pared, interior liso y exterior corrugado, clase SN8, con marcado CE según UNE-EN 13476-3, unida mediante manguito y junta elastomérica EPDM según UNE-EN 681-1. Incluye transporte, manipulación, alineación, unión y montaje en zanja, y limpieza interior. Totalmente instalado y operativo.

CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

05.03.07 **ud** **Imbornal prefabricado de hormigón, de 50x30x60 cm.** **128,53**

Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 50x30x60 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y sin incluir la excavación.

CIENTO VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

05.03.08 **ud** **Pozo de registro pluviales** **1.188,29**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, hasta 1,6 de profundidad útil, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
05.03.09	m³	**Relleno/colmatación de balsa con RCD inertes limpios valorizados**	22,97
		VEINTIDOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA

APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA TENSIÓN

SDVVS PA **Paso de vias** — **4.240,00**

Ejecución del paso de instalaciones por debajo de la vías, incluye excavación de zanja, colocación de 6 tubos de 200mm, la intalación de la tubería debajo de la infraestructura ferroviaria existente y el posterior relleno de hormigón, todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

CUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS

EFEEFWEF12 m³ **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** — **22,65**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

WFWFE m³ **Hormigón HM-20, para protección de conducciones** — **183,72**

Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.

CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

SVSDVBBSB122 m³ **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo** — **26,29**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

EFGWEGWE114 ud **Arqueta prefabricada tipo A1** — **313,45**

Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.

TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS

SFM030102 ud **Cuadro inst. FV aparcamiento** — **11.031,90**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 k.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/400 A regulado a 380A de la marca Schneider modelo ComPact NSX400N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 1 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX160N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A de la marca Schneider
- 2 Ud. Int. Aut. IV/40 A de la marca Schneider

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

- 2 Ud. Int. Aut. IV/25 A de la marca Schneider

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

ONCE MIL TREINTA Y UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

SFM030103 **ud** **Cuadro inst. FV planta** **32.782,12**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/1000A IV MAster Pack MTZ1 Tipo H1 4 polos
- 1 Ud. Int. Aut. IV/630 A regulado a 350A de la marca Schneider modelo ComPact NSX630N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 3 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX250N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

TREINTA Y DOS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

SFM030104 **ud** **Cuadro Servicios Estación** **2.274,09**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/100A IV General
- 1 Ud. Int. Aut. IV/63 A 10kA Cafetería
- 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A 10kA Cargador vehículo eléctrico
- 1 Ud. Int. Aut. IV/32 A 10kA Alumbrados de estación
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

SFM030105 **ud** **Cuadro Recarga de vehículos eléctricos** **1.946,55**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/63A IV General
- 1 Ud. Int. Aut. IV/40A 10kA Cargador
- 1 Ud. interruptor automatico diferencial 4/40A/300mA
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SFM030106 **ud** **Cuadro de alumbrado de la estación** **1.782,78**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfileria DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/25A IV General
- 5 Ud. Int. Aut. IV/10 A 10kA L01, L02, L03. Anden 01 y Anden 02
- 5 Ud. interruptor automatico diferencial 4/25A/30mA
- 7 Ud. interruptor automatico diferencial 2/25A/30mA
- 1 Ud. interruptor automatico diferencial 2/40A/30mA
- 7 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (alumbrados)
- 1 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (Tomas sala)
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS

CAB240BT **m** **Línea de 4x240mm2 RZ1(S) Al 0.6/1kV, bajo tubo corrugado D.200m** **51,27**

Suministro e instalación de red de BT, terna de cable XZ1 Al 0.6/1kV 4x1x240mm2, para instalación entubada, incluso conexionado de la red en armarios.

CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

LGA50 **m** **Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m** **110,29**

Suministro e instalación de línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m

CIENTO DIEZ EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** **65,53**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

1F5X35 **m** **Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** **49,26**

Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

CUARENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

1F5X10 **m** **Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex** **32,27**

Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex

TREINTA Y DOS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

LGA150 **m** **Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m** **115,21**

Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.

CIENTO QUINCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones** **265,00**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** **530,00**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA TENSIÓN

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

1228.95 **m** **Canalización media tensión** **57,05**

Ejecución de zanja, profundidad de servicio ˜ 0,80–1,00 m y ancho de fondo 0,50 m (ajustable según nº de conductos), en terreno natural, con cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos PEAD corrugado doble pared SN8 (Ø160 mm) en paralelo con guía pasacables, relleno lateral con arena, capa de protección superior 10 cm, cinta de señalización con traza metálica a 30 cm sobre los tubos y relleno/compactación del resto con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, achiques puntuales, manejo y alineación de conductos, ensamble con manguitos/juntas, compactación por tongadas y limpieza final. (No incluye reposición de firmes/pavimentos).

CINCUENTA Y SIETE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

ARQ120X60 **ud** **Pozos de registro** **441,89**

Suministro y colocación de arqueta prefabricada de hormigón 80×80×80 cm con marco y tapa clase B125/C250 imbornales para tubos Ø160, solera de limpieza, cama de mortero y sellado de pasos con manguitos estancos. Incluye replanteo, excavación local, asiento, nivelación, conexiones a conductos, relleno/compactación perimetral y limpieza final.

CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

DFBDFBFB **PA** **Recrecido arquetan andén** **1.855,00**

Adecuación de arqueta de media tensión situada bajo la futura ampliación del andén, consistente en la preparación y ejecución del registro para su integración en la nueva estructura, mediante recrecido de la arqueta hasta la cota prevista del pavimento e instalación de los elementos necesarios para la ejecución de la arqueta hasta la cota de coronación del andén. Incluye el replanteo y protección de la línea de MT, apertura y limpieza del entorno, ejecución del recrecido con hormigón, colocación de pates homologados, sellado de pasos de conductos, drenaje de fondo si procede y ejecución del refuerzo perimetral de la arqueta con barras B500S Ø12 y hormigón HA-30. Comprende todos los materiales, medios auxiliares, herramientas y trabajos necesarios para dejar la arqueta de registro ejecutada y enrasada en la coronación del andén, lista para su integración final.

MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS

SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR

SFM 04 01 **ud** **Suministro e intalación Tansformador de potencia 630kVA** **28.739,32**

Suministro e instalación de transformador trifásico de distribución, seco encapsulado de 630kVA, incluye desmontaje y retirada de transformador existente.
El transformador de 630kVA de distribución seco, de las siguiente caracteríticas:

Potencia asiganada	630kVA
Tensión asiganda primario	15.4kV
Tensión asignada secundaria (Ur)	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas de vacio Po	990 (W)
Pérdidas en carga Pk	6.350 (W)
Nivel de potencia acústica LwA	51 dB
Dimesiones	
Largo	1725mm
Ancho	820mm
Alto	1630mm
Peso total	1970 kg

El transformador deberá estar diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Cominisón Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier2) válidos para los mercados de la unión europea.

Totalmente montado y funcionando

VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** **65,53**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

REEVHE **ud** **Poste de recarga ext. marca CIRCUTOR modelo URBAN T22-C2 Gen3** **5.086,08**

Suministro e instalación de poste de recarga exterior de la marca CIRCUTOR modelo URBAN T 22-C2 Gen 3 o similar,con las siguientes características:

- Comunicación Ethernet/Wi Fi
- Tipo de salida: 400 Vca-32 A -22 kW
- Corriente de entrada 67 A
- Tipo de conector: Cable Tipo 2
- Tipo de red: Trifásica
- Modo de recarga: 3
- Nº de tomas: 2
- Proptección diferencial: tipo A.

Debera ir equipado con:

- Puertas antivandálicas para tomas Tipo 2
- Protección diferencial Tipo A con reconexión automática.
- Protector contra sobretensiones transitoria IEC 61643-1 Clase II.

CINCO MIL OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones** **265,00**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** **530,00**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

WFWFE **m³** **Hormigón HM-20, para protección de conducciones** **183,72**

Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.

CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SVSDVBBSB122	m³	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo** Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado. VEINTISEIS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	26,29
EFEEFWEF12	m³	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	22,65
REGERGHEH	m	**Canalización subterránea de protección del cableado VE** Canalización subterránea de protección del cableado de recarga de vehículos eléctricos formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro. CINCO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	5,94
EFGWEGWE114	ud	**Arqueta prefabricada tipo A1** Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza. TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	313,45
APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	ud	**Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios. DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS	265,00
PRUEBAS	ud	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. QUINIENTOS TREINTA EUROS	530,00
SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO			
APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO			
EWEBERV	m	**Canalizaciones alumbrado** Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final. VEINTIUN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	21,26
SVSVSV	ud	**Arquetas 40x40 cm** Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 40×40 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros. DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS	266,00

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
ERGEGB	ud	**Arquetas 60x60 cm**	274,99
		Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 60×60 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.	
		DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
WEVWEV	ud	**Basamento para columnas**	151,17
		Ejecución de unidad de basamento de hormigón armado HA-30/B/20/XS1, de dimensiones 1.000 × 500 × 500 mm, destinado al apoyo de columna metálica. Incluye Mano de obra, medios auxiliares, seguridad, señalización temporal y control de ejecución.	
		CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
EFEEFWEF12	m³	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**	22,65
		Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	
		VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO

SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO CONTROL

GLL080201	m	**Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**	4,39
		Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.	
		CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
GLL080203	m	**Conductor de Puesta a Tierra 35mm² de Cu desnudo**	2,44
		Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, colocdo bajo cama de arena, conexionado.	
		DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
GLL080204	u	**Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**	154,69
		Toma de tierra con pica, brida conexion, cable y caja seccionadora.	
		CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
GLL080210	m	**Linea 2X2,5 mm+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**	6,25
		Línea 2X2,5 mm +T.tierra, bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex, para enlace de caja de fusibles con luminaria.	
		SEIS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
GLL080211	u	**Caja de fusibles para alumbrado público IP13**	21,07
		Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED mo-	

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		delo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles	
		VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
CONTT-COL	u	**Conexión de red tierra con soporte de luminaria**	13,81
		Conexión de tierra a soporte de luminarias con cable aislado de 16mm².	
		TRECE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	

SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS

AP-LL-02	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX10 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 4.704 lm con una potencia de 36.0 W. Sobre columna de 6 metros Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
AP-LL-03	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 4300 lm con una potencia de 32.0 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
AP-LL-04	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX10 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 3825 lm con una potencia de 28.5 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
AP-LL-05	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 1.914 lm con una potencia de 14.6 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
AP-LL-06	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX10 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2975 lm con una potencia de 22.0 W. Sobre columna de 8 metros. Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
AP-LL-07	ud	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED30-4S/730 PSD DX10 FG**	486,90
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2550 lm con una potencia de 20.5 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.	
		CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	

SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS

AP-CL-04	ud	**Columna de 4.0, con un acoplamiento en punta**	852,31
		Suministro y colocación de columna de 4.0m, con un acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acaba-	

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

do con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.

OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

AP-CL-04-04 **ud** **Columna de 4.0, con dos acoplamientos en punta** **939,66**

Suministro y colocación de columna de 4.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.

NOVECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

AP-CL-06 **ud** **Columna de 6.0, con un acoplamiento en punta** **1.032,46**

Suministro y colocación de columna de 6.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A60. E·-1ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna.
Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.

MIL TREINTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

AP-CL-08 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta.** **1.163,48**

Suministro y colocación de columna de 8.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

MIL CIENTO SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

OCHO CÉNTIMOS

AP-CL-08-08 **ud** **Columna de 8.0, con doble acoplamiento en punta.** **1.381,84**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con doble acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

AP-CL-08-04 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta y otro a 4.0m.** **1.381,84**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con un acoplamientos en punta y otro a 4.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN

AP0401 **ud** **Drivers para lámparas LED modelo CITIDIM o similar** **70,48**

Suministro y colocación de dirvers CITIDIM o similar para lámparas LED de las siguientes características:
Tensión de alimentación nominal: 220/240V
Tensión de entrada (rango de trabajo): 198/264V AC
Factor de potencia >0.98 (a plena carga)
Out put

	350mA-500mA-700mA	700mA-1000mA-1.400mA
Potencia	350mA:30W-90W	700mA: 30W-82W
	500mA:30W-90W	1.000mA: 33W-91W
	700mA: 30-90W	1400mA: 30.8W-89.5W
Seleción de corriente	Mediante jumpers	
Eficiencia driver	>90% (a plena carga)	
Distorsión armónica	<10%	
Tc max	70ºC.	

Totalmente montado y funcionando.

SETENTA EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

AP0402 **ud** **Sistema de control ,CITILUX GSM de ARELSA o similar** **1.547,28**

Suministro e instalación en cuadros de terminal CITILUX de la marca ARELSA o similar.

MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		VEINTIOCHO CÉNTIMOS	

SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y TRAMITACIONES

GLL080601 — **Tramitación del Proyecto y boletines de instalador en la DGI** — **530,00**

Partida alzada a justificar de tramitación, incluyendo el pago de tasas, del Proyecto, boletines de instalación y OCA en la Dirección General de Industria.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

GLL080602 — **Inspección por OCA de la instalación** — **530,00**

Partida alzada a justificar de inspección por parte de OCA, la OCA se realizará para cumplimiento del RBT y el cumplimiento del RD 1890/2008 de eficiencia energética incluyendo pago de la OCA hasta recogida de informe favorable.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

GLL080610 — **Redacción de planos " as built" según normativa de la cia.** — **530,00**

Redacción de planos " as built" según normativa de cia suministradora. Se hará entrega en formato *.dwg y formato *.pdf.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS APARCAMIENTO

1H5X2.5 — **m** — **Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex** — **16,12**

Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.

DIECISEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

ESC0307 — **m** — **Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo** — **4,02**

Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.

CUATRO EUROS con DOS CÉNTIMOS

GLL080211 — **u** — **Caja de fusibles para alumbrado público IP13** — **21,07**

Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles

VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS

1F3X6 — **m** — **Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex** — **5,16**

Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

LUMLEDPERG — **u** — **Luminaria estanca para pérgolas de aparcamiento** — **113,59**

Sumnistro e instalación de luminaria estanca de la marca PHILIPS modelo 911401837080 WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 CORE LINE 4000K o similar . Incluye equipo electrónico. Lúmenes disponibles 2500lm/4000K con un consumo de 20.5W. Eficiencia del sistema real hasta 105lm/W, CRI 80. Tensión de red 220-240 Vac. Mantenimiento luminoso L70>54.000h a 25ºC. Dimensiones luminaria 1200x57x57mm. Marcado CE.

CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA ESTACIÓN

03.04 — **m²** — **Refino y planeo de una excavación** — **0,98**

Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.

CERO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

XBX X — **m** — **Led lineal exterior IP67 4000K, 1730 lm/m , 24 V dc, 19'2 W/m** — **46,52**

Suministro e instalación de led lineal para exterior o interior, IP67 4000K, 1730 lm/m, 24V CRI 80 y 19,2 W/m, regulable modelo Moon 19,2 de Lluira o similar

Inclye:

- Perfil para empotrar en pladur ST57
- Tapa final blanca ST57
- Difusor mate 2102152
- Pletina
- Material necesario para su correcta colocación

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		- Parte proporcional de fuente de alimentación clase II Totalmente montado y funcionando. CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
EDE010501	ud	**Bloque de emergencia 150 lum** Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando. CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	141,09
GLL080211	u	**Caja de fusibles para alumbrado público IP13** Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles VEINTIUN EUROS con SIETE CÉNTIMOS	21,07
ESC0307	m	**Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo** Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas. CUATRO EUROS con DOS CÉNTIMOS	4,02
GLL080201	m	**Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV** Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando. CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	4,39
1H5X2.5	m	**Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex. DIECISEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	16,12
APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
PRUEBAS	ud	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. QUINIENTOS TREINTA EUROS	530,00
DOC Y TRAMD	ud	**Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios. DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS	265,00

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES

05.06.01 **m** **Canalización telecomunicaciones** **15,19**

Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø110 mm (color/norma telecom), separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.

QUINCE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

05.06.03 **PA** **Sistema de telecomunicaciones y videovigilancia** **28.620,00**

Suministro e instalación del conjunto de equipos de telecomunicaciones y videovigilancia para la estación de Petra, compuesto por los siguientes elementos:
- Interfono Panphone IP-SIP Emergencia SOS Full Duplex amarillo: 2 unidades
- Switch TpLink TL-SG3428XMP: 2 unidades
- Pantallas industriales de 55" para información al viajero: 5 unidades
- Cámaras de videovigilancia Hikvision DS-2CD2786G2HT-IZS: 17 unidades
- Cámara panorámica Hikvision DS-2CD63C5G1-IVS: 1 unidad
- Grabador Hikvision DS-7732NI-I4: 1 unidad
- Disco duro WD Purple WD42PURZ 4 TB: 4 unidades
- Soporte CCTV DS-1273ZJ-140-DM45: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-1275ZV-SUS: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-2280ZJ-SUS: 17 unidades

Incluye el suministro, instalación, conexionado, configuración básica y todas las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento de todos los equipos descritos, anclaje, cableado y accesorios, así como la puesta en servicio completa.

VEINTIOCHO MIL SEISCIENTOS VEINTE EUROS

05.06.02 **ud** **Arqueta de registro de 40x40** **309,97**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.

TRESCIENTOS NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** **22,65**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO

TUBPEAD5010 **ml** **Tubería AD PE-45 d=45 10 atm** **12,12**

Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 10 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión.

DOCE EUROS con DOCE CÉNTIMOS

TUBPEAD256 **ml** **Tubería AD PE-50 d=32mm 6 atm** **9,72**

Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 32 mm y presión nominal 6 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión, colocada en el interior de zonas verdes, medida la longitud completamente instalada en obra.

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

NUEVE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

TUBPE16 **ml** **Tubería AD PE-50 dn=16mm, 6 atm** **9,33**

Suministro e instalación de polietileno de 16 mm con goteros integrados, autorregulados y autolimpiantes, termosoldados en el interior de la pared a una equidistancia de 0,30 metros, para un caudal de 2,4 l/h a una presión de 0,4-0,5 atm. Incluye parte proporcional de accesorios y piezas especiales (filtros, tes, reductores, ventosas, etc., medida la longitud en funcionamiento.

NUEVE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

TUB200PVCRAC **ml** **Tubería PVC corrugada, junta elástica, SN8 DN=200 en acometidas** **39,88**

Suministro y colocación de tubería de PVC corrugada doble pared teja SN8, sistema de unión por embocadura integrada (copa) provista de una junta elástica de doble anclaje, presión nominal de 8 atm, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 13476 Incluye p.p. de juntas, piezas especiales, codos, tés. Incluye cualquier tipo de conexión (clips, etc.)

TREINTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PRGRRIEG **ud** **Programador riego** **309,73**

Suministro e instalación de programador autónomo, formado por un circuito impreso con microprocesador aislado herméticamente, con pila de 9 voltios, para 4 electroválvulas con conexión tipo teléfono o por infrarrojos. Totalmente montado y conexionado

TRESCIENTOS NUEVE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

ELECTVALV **ud** **Electroválvula** **165,63**

Electroválvula para riego, cuerpo de nylon inyectado, conexiones roscadas, de 1 1/2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 V, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución (válvulas, enlaces rosca, etc.), incluso conexiones eléctricas y todos elementos necesarios para la completa conexión. Incluso excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.

CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

ARQREG40 **ud** **Arqueta de registro de 40x40** **404,29**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.

CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

URM040 **m** **Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electr** **10,68**

Suministro e instalación de línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada y conexionada.

DIEZ EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 06 MARQUESINAS

SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO

06.01.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada** **3,59**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRES EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.01.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica** **29,95**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi** **3,35**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.01.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación** **233,50**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

06.01.05 **m³** **Hormigón de limpieza** **131,58**

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.01.06 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra** **2,58**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.01.07 **m³** **Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid** **26,15**

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profun- didad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

06.01.08 **ml** **Embellecedor metálico para cableado marquesinas** **26,50**

Suministro y colocación de pletina/tapa-cables metálica tipo embellecedor para ocultación y protección del cableado de la instalación fotovoltaica en marquesinas de aparcamiento, desde arqueta de pie de poste hasta cubierta y a lo largo de correas, fijada a perfiles HEB (pilares) y correas de la estructura existente. Elemento fabricado en taller a medida (corte, plegado y taladros), con remates en encuentros y cambios de dirección, fijación mediante tornillería/abrazaderas compatibles con estructura metálica, dejando el cableado registrado y protegido frente a intemperie y actos vandálicos. Acabado color gris metalizado RAL 9006, acorde con la estructura de marquesina. Incluye replanteo, medios auxiliares, tornillería y limpieza final. Totalmente instalado.

VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN

06.02.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada** **3,59**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRES EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.02.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica** **29,95**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CÉNTIMOS

06.02.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi** **3,35**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo "C", con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.02.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación** **233,50**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

06.02.05 **m³** **Hormigón de limpieza** **131,58**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

06.02.06 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra** **2,34**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

06.02.07 **m³** **Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid** **26,15**

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

06.02.08 **m²** **Revestimiento compuesto simil madera** **109,40**

Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CIENTO NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

06.02.09 **m²** **Cubierta de panel sandwich** **52,53**

Suministro y colocación de cubierta metálica tipo panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesta por dos chapas de acero galvanizado y prelacado conforme a UNE-EN 10346 y UNE-EN 14782, unidas mediante un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad mínima 40 kg/m³. La cara exterior será de color blanco (RAL 9010 o similar) con acabado liso o grecado, y la cara interior, vista desde el andén, con acabado metalizado natural o aluminio zincado, de textura lisa reflectante, garantizando una buena luminosidad y un mantenimiento mínimo. Los paneles se fijarán sobre correas metálicas mediante tornillería autotaladrante de acero inoxidable A2 con arandela de estanqueidad EPDM o neopreno, dispuestos según el cálculo de succión de viento del CTE DB-SE-AE. Las juntas longitudinales y transversales se sellarán con banda butílica continua, asegurando la estanqueidad al agua y al aire. La partida incluye suministro, transporte, recorte en encuentros, fijaciones, sellados, solapes, piezas de remate en cumbreras y laterales, así como medios auxiliares, mano de obra, seguridad y limpieza final, dejando la cubierta completamente instalada, alineada, estanca y en servicio, con el acabado exterior blanco y cara interior metalizada.

CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura** **22,65**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

EFGWEGWE114 **ud** **Arqueta prefabricada tipo A1** **313,45**

Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.

TRESCIENTOS TRECE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

EWEBERVCV **m** **Relleno zanjas** **16,07**

Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.

DIECISEIS EUROS con SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE

07.01.01 **ud** **Ensayos Pull Out Test** **1.064,74**

Realización de ensayo de arrancamiento y carga lateral ("Pull Out Test") sobre perfil metálico de hinca correspondiente a la estructura fotovoltaica proyectada. Incluye, en su caso, predrilling previo, hincado del perfil de prueba hasta una profundidad objetivo de aproximadamente 1,80 m, ejecución de los ensayos a tracción y a carga lateral mediante equipo dinamométrico calibrado y relojes comparadores de desplazamiento, con registro de la deformación en ciclos de carga escalonados hasta los niveles de esfuerzo definidos en el protocolo de ensayo. Comprende igualmente el replanteo del punto, instrumentación completa, utilización de equipos y medios auxiliares, toma y tratamiento de datos, así como la interpretación de resultados y emisión del informe técnico final, con la verificación del cumplimiento de los criterios de desplazamiento admisibles. Ensayo completo, incluyendo protocolo, personal técnico y operarios, medios materiales y humanos, y entrega del informe de resultados debidamente firmado y documentado.

MIL SESENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.01.02 **ud** **Estructura soporte fotovoltaica tipo biposte** **465,13**

Estructura portante para soporte de módulos fotovoltaicos en disposición horizontal (2H×2H por vano) según plano, formada por marcos metálicos tipo biposte con inclinación fija de 20°. La estructura está compuesta por perfiles de acero galvanizado conformado en frío, con secciones tipo C y Z, fabricados conforme a la norma UNE-EN 10162, con recubrimiento galvanizado Magnelis ZM310/ZM430 o equivalente, y resistencia mínima S250GD o S280GD. Los perfiles principales verticales (bipostes) se hincan directamente en el terreno, con profundidad máxima de 1,80 m en el apoyo trasero y 1,50 m en el delantero, de acuerdo con los resultados de los ensayos de arrancamiento "Pull Out Test" realizados en la zona. Las traviesas y correas horizontales se ensamblan mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, garantizando la continuidad estructural y la rigidez necesaria frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme a los criterios del CTE DB-SE-AE y del Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991) para estructuras exteriores. Los módulos fotovoltaicos se fijan mediante grapas o presillas de aluminio anodizado, asegurando el aislamiento galvánico entre materiales. El sistema incluye todos los anclajes, uniones, herrajes, apoyos, tratamientos anticorrosivos, replanteo, medios auxiliares y nivelación, dejando la estructura completamente montada, alineada y nivelada. La estructura deberá entregarse con la documentación técnica de justificación de resistencia estructural frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme al CTE DB-SE, DB-SE-AE, UNE-EN

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

1090, UNE-EN 10162 y Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991). Se exigirá una garantía estructural mínima de 25 años para los elementos de aluminio anodizado y de 15 años para los galvanizados, junto con la certificación de materiales y marcado CE de todos los componentes.

CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FOTV0201 **ud** **Módulo fotovoltaico sobre pérgola** **149,68**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo 460N-54HL4R-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	460 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	33.60 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	13.69 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	40.17 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14.14 A
Eficiencia	23.02 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

Características Térmicas

Rango de Temperatura	-40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc	0,045 %/°C

Parámetros del Sistema

Tensión Máxima del Sistema	1000 V

Características Mecánicas

Dimensiones (A/A/F)	1762x1134x30 mm
Peso	21 kg
Numero de Células	108
Tipo de Vidrio	Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio	3,2 mm
Tipo de Trama	Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones	IP 68
Corte Transversal del Cable	4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

5DSVVVDVD **ud** **Módulo fotovoltaico en superficie** **172,59**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo N Type 635N-78HL4-V o similar

Características Eléctricas en STC

Potencia Máxima (Pmax)	635 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	42.83 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	11.15 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	53.19 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11.67 A
Eficiencia	22.72 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

Características Térmicas

Rango de Temperatura	-40~85 °C

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Coeficiente de Temperatura de Pmax -0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C

Parámetros del Sistema
Tensión Máxima del Sistema 1000/1.500 VDC

Características Mecánicas
Dimensiones (A/A/F) 2465x1134x30 mm
Peso 30.6 kg
Numero de Células 156
Tipo de Vidrio Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio 3,2 mm
Tipo de Trama Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones IP 68
Corte Transversal del Cable 4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES

INV01PL01 **ud** **Inversor de red de 110kW/400V** **8.278,99**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 110-60 CORE 2 o similar con las siguientes características.

Profundidad [mm] 363
Ancho [mm 1117
Alto [mm] 363
Peso [kg] 93'5

EConexión de CC
Tensión de entrada máx. 1.100 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V/585 V
Tensión asignada de entrada 585V
Tensión de entrada mínima 200V
Tensión de inicio 250V
Corriente máxima de entrada por MPPT 26A (22A<600V)
Corriente de c.c. máxima 40 A
Nº de seguidores MPP independientes 12
strings por entrada MPP 1

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 110 kW
Potencia máx. aparente de CA 110 kVA
Tensión nominal de CA 400V
Intervalo de tensión de CA de 320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 45 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/400V
Corriente máx. de salida 159 A
Armónicos (THD) < 0,5 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,8 % / 98,4 %

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

INV02PL01 **ud** **Inversor de red de 100kW/400V** **11.980,19**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo SHP 100-20 400V o similar, con las siguientes características

Profundidad [mm] 462
Ancho [mm 770
Alto [mm] 830
Peso [kg] 99
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 200kWp
Tensión de entrada máx. 100 V
Rango de Tensión MMP 590 a 1.000 V
Corriente máxima de entrada 180 A
Corriente de c.c. máxima 325 A
Nº de seguidores MPP independientes 1
Nº de entradas 1 ó 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 100 kW
Potencia máx. aparente de CA 100 kVA
Tensión nominal de CA 400V/177V
Intervalo de tensión de CA a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz
Corriente máx. de salida 151 A
Armónicos (THD) < 0,3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

ONCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

INV01COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 25 kW/400V** **4.902,60**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 25-50 o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm]	266
Ancho [mm	728
Alto [mm]	762
Peso [kg]	35
Entrada CC	
Pot. máx. del generador fotovoltaico	37500 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de Tensión MMP	430 a 800 V
Corriente máxima de entrada	24 A
Corriente de c.c. máxima	35 A
Nº de seguidores MPP independientes	3
Nº de entradas	2

Salida CA

Potencia asignada a tensión nominal	25.000 W
Potencia máx. aparente de CA	25.000 VA
Tensión nominal de CA	240V/415V
Intervalo de tensión de CA	176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz / 44 Hz a 56 Hz

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

CUATRO MIL NOVECIENTOS DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

INV02COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 15kW/400 V** **4.346,71**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 15-50, o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm] 266
Ancho [mm 728
Alto [mm] 762
Peso [kg] 35
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 22500 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 257 a 800 V
Corriente máxima de entrada 24 A
Corriente de c.c. máxima 35 A
Nº de seguidores MPP independientes 3
Nº de entradas 2

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 15.000 W
Potencia máx. aparente de CA 15.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

INV01COB03 **ud** **Inversor de red SMA STP 50kW/400V** **8.658,66**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 50-40/41 CORE I o similar, con las siquientes características:

Profundidad [mm] 569
Ancho [mm 733
Alto [mm] 661
Peso [kg] 82
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 51.000 Wp

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V
Corriente máxima de entrada 120 A
Corriente de c.c. máxima 30 A
Nº de seguidores MPP independientes 6
Nº de entradas 2 por MPPT

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 50.000 W
Potencia máx. aparente de CA 50.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

OCHO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC

1X6H1 **ml** **Cable unipolar H1Z2Z2-k 1/1.5 0.6/1 kV 6mm2** **3,28**

Circuito de corriente continua de 1x6 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z272-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

AISDRL50 **ml** **Intalación de tubo corrugado de D.50mm 250N** **2,32**

Suministro e instalación de tubo corrugado doble capa D.50mm 250N, para instalación enterrada.

DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

1X16H1 **ml** **Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 16mm2** **7,08**

Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

SIETE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

1X10H1 **ml** **Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 10mm2** **5,13**

Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

CINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

FUS20ASOL **ud** **Fusibles fotovoltaicas curva gPV de 20A** **13,83**

Suministro e instalación de fusibles para instalaciones fotovoltaicas curva gPV de 20 A tamaño 10x38. inclueyndo el contacto auxiliar de fusibles que hayan saltado y la base portafusible.

TRECE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA

REDTT **ud** **Red de tierras pérgolas** **3.324,80**

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la linea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y picas para red de toma de tierra, cada 20m, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.

TRES MIL TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

REDTTFV **ud** **Red de tierra planta FV** **20.749,77**

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 1027 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 1 picas para red de toma de tierra, cada 200ml, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.

VEINTE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES CA

07.06.01 **m** **Linea de 4x35mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.90mm** **50,52**
Línea 5x35 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.
CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

07.06.02 **m** **Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m** **110,29**
Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m
CIENTO DIEZ EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

07.06.03 **m** **Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m** **83,92**
Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m
OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

07.06.04 **m** **Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m** **95,56**
Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m
NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

LGA150 **m** **Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m** **115,21**
Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.
CIENTO QUINCE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN

FOTV0701 **ud** **Gestor de energía** **1.219,00**
Suministro e instalación de Gestor de energía SMA Data Manager M (EDMM-20) o similar de las siguientes características
Datos técnicos SMA DATA MANAGER M
Datos maestros
Número de equipos compatibles en total, de los cuales: 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles a través del Modbus Sunspec (p.ej. Sunny
Tripower CORE2) 50
Número máximo de inversores de batería compatibles 50
Número máximo de puntos de carga compatibles (EV Charger Business) 50
número máximo de contadores de energía compatibles (electricidad y gas), generadores de contadores
de energía, sistemas de E/S, sensores 50
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores fotovoltaicos (potencia nominal de CA) 2,5 MVA (modo de regulación)
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores de batería (potencia nominal de CA) 7,5 MVA (modo de control o pura monitorización)
Registro de datos automático para generadores virtuales de contadores de energía (inversor fotovoltaico, planta de cogeneración, contador de gas, generador diésel, central hidroeléctrica) .
Conexiones
Suministro de tensión Conexión de 2 polos, MINI COMBICON
RS485 Conexión de 2 x 6 polos, MINI COMBICON
Red (LAN) 3 x RJ45 (1 x Internet, 2 x red de instalaciones) 10BaseT/100BaseT
Punto de acceso WLAN para la puesta en marcha y el acceso a la interfaz de usuario.
Conexiones adicionales
10 x Digital In, 1 x Fast Stop, 5 x relés multifunción (MFR),
4 x Analog In (0 mA a 20 mA), 4 x Analog Out (0 mA a 20 mA),
2 x temperatura (PT100), 1 x pulsador de reset
Suministro de tensión
Suministro de tensión Fuente de alimentación externa (disponible como accesorio)
Tensión de entrada De 10 V a 30 V CC
Consumo de potencia Tipo 8 W
Condiciones ambientales durante el funcionamiento
Entorno Clase 3K7 limitada según IEC60721-3-3
Temperatura ambiente 20 °C a +60 °C
Rango permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación) 5 % al 95 %

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar 0 m a 3000 m (.70 kPa) Tipo de protección según IEC 60529 IP20 (NEMA 1) Datos generales Dimensiones (ancho/alto ./fondo) 216 mm / 90 mm / 68 mm Peso 372 g Lugar de montaje Interiores Tipo de montaje en carril DIN/montaje mural Indicación de estado LED para estado del sistema y de la comunicación Equipamiento Garantía 2 años Certificados y autorizaciones (otros a petición) Accesorios (opcional) Fuente de alimentación para carril DIN Phoenix Contacto, entrada: 100 V CA a 240 V CA, salida: 24 V CC/2,5 A, Sistema de E/S externo ioLogik E1214 (6 DI/6 salidas de relé) MIL DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS	
FOTV0702	**ud**	**Sistema de monitorización** Implantación, incluyendo pago de licencias de sistema de monitorización online de plantas fotovoltaicas. SIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS	**7.897,00**

SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y LEGALIZACIÓN

FOTV1001	**ud**	**Pruebas de puesta en servicio** Trabajos de pruebas y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas realizadas: - Presentación del plan de control de calidad propuesto por el Instalador. - Verificaciones de los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos: Cuadros eléctricos, centros de medida. - Verificaciones a realizar en los circuitos eléctricos: Resistencia aislamiento, rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, impedancia de bucle, secuencia de fases, equilibrado de fases, caída de tensión. - Ajustes a realizar en las protecciones y relés térmicos, magnéticos y diferenciales. - Pruebas de las maniobras sobre los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza. - Etiquetado de la totalidad de elementos y cableado que forman el sistema según codificación corporativa del cliente. - Puesta en marcha de la instalación y pruebas de funcionamiento real. QUINIENTOS TREINTA EUROS	**530,00**
FOTV1002	**ud**	**Tramitación punto de coenxión con Cia suministradora** Tramitación punto de conexión con la suministradora (no incluye el pago de acceso y conexión) QUINIENTOS TREINTA EUROS	**530,00**
FOTV1003	**ud**	**Certificado de instalación FV** Certificado de instalación FV, firmado por instalador autorizado y sellado por la empresa suministradora QUINIENTOS TREINTA EUROS	**530,00**
DOCYCERT	**ud**	**Documentación y certificaciones** Tareas de preparación de la documentación final de obra de las instalaciones: - Pruebas y verificaciones de funcionamiento de las instalaciones. - Pruebas y verificaciones de funcionamiento del sistema de gestión técnica. - Planos actualizados con las instalaciones realmente ejecutadas. - Esquemas unifilares de las instalaciones. - Esquemas de control de las instalaciones. - Memoria y descripción de partidas actualizada con lo realmente ejecutado. - Certificados de conformidad y fichas técnicas de los materiales y equipos. - Certificados de garantía de los materiales y equipos, debidamente sellados por el fabricante. - Certificados de pruebas y ensayos realizados. - Certificado de inspección de la OCA (incluye contratación de OCA) e informe completo con todas las verificaciones realizadas. - Manuales de usuario, instalación y mantenimiento de los equipos. - Listado de repuestos recomendados.	**530,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		- Documentos de legalización: Proyectos, certificados, y autorizaciones. Se entregarán tres copias en soporte papel y tres copias en soporte informático (editable y en pdf.) con la estructura de directorios y apartados acordados con la Dirección Facultativa y la Propiedad. QUINIENTOS TREINTA EUROS	
LEGYTRAM	**ud**	**Legalizaciones y tramitaciones** Previa a la puesta en marcha de la instalación serán de requerimiento las siguientes legalizaciones y tramitaciones: Tramitaciones - Tramitaciones pertinentes ante la DGEiCC - Dirección General de Energía y Cambio Climático. - Tramitaciones pertinentes ante compañía distribuidora. - En definitiva, todas las tramitaciones según la DGEiCC para la puesta en marcha de las instalaciones y tramitaciones ante la compañía distribuidora para la legalización y puesta en servicio. Legalizaciones: - Certificado de cualificación individual (Boletín de instalador) - Certificado final de obra QUINIENTOS TREINTA EUROS	**530,00**
CONCAL	**ud**	**Control de calidad** Se supervisará y tendrá como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece los requisitos básicos de seguridad y salubridad, éstos marcan las exigencias mínimas de calidad que deben de cumplir los edificios y sus instalaciones. En el control de la calidad en la ejecución de la obra se desarrollará en en base a: - Control de Recepción de los productos, equipos y sistemas que se suministren en las obras. - Control de Ejecución de la obra, tanto del edificio como de sus instalaciones. - Control de Obra Terminada. - Certificado de los materiales utilizados en la instalación QUINIENTOS TREINTA EUROS	**530,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 08 EDIFICIOS

SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

08.01.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada** **3,77**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRES EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

08.01.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica** **29,95**

Pintura sobre perfiles laminados, con imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y capa de esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250, o equivalente, en color y textura a definir por D.F., i/cepillado del soporte y p.p. de medios auxiliares. Totalmente terminado.

VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi** **3,65**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a UNE-EN 10162, de las series omega o tipo Z de 160mm, con el acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430) para protección anticorrosiva en ambiente exterior. Las correas estarán formadas por piezas simples, dimensionadas según proyecto, y se fijarán a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas, con tornillería galvanizada de alta resistencia y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución. Estructura completamente terminada y conforme a las normas UNE-EN 1090 y UNE-EN ISO 1461.

TRES EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.01.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación** **233,50**

Hormigón armado HA-30 I/p.p. de medios auxiliares, incluso vibrad y curado, incluidas vertido directo y colocación definitiva con grúa autopropulsada. Totalmente terminado.

DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

08.01.05 **m³** **Hormigón de limpieza** **131,58**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.01.06 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra** **2,58**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.01.07 **m³** **Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid** **26,15**

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

VEINTISEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

08.01.08 **m²** **Hormigon de nivelación** **8,55**

Formación de capa de hormigón para nivelado de irregularidades en el suelo cimentado, de 5 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/12, fabricado en central, en el fondo de la excavación previa-

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

mente realizada.

OCHO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.01.09 **m³** **Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón H** **378,91**

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.

TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS

08.02.01 **m²** **Cubierta plana no transitable** **117,96**

Suministro y colocación de cubierta no transitable de panel sándwich metálico con pendiente 2 %, formada por chapa exterior de acero prelacado 0,6 mm perfil grecado, núcleo aislante PIR de 50 mm (0,022 W/m·K) y chapa interior galvanizada 0,5 mm, con juntas longitudinales y transversales selladas con banda butílica y tapones de testa para garantizar la estanqueidad total en baja pendiente. Fijación a correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y arandela metálica, según CTE DB-SE-AE y UNE-EN 14509. Se dispondrá una cámara ventilada interior de 40–60 mm bajo el panel, con entradas en alero y salidas en cumbrera, provistas de rejillas microperforadas antipájaros. Bajo esta, instalación de falso techo metálico perforado de acero o aluminio 0,6–0,8 mm (15–20 % perforación) suspendido mediante varilla M6/M8 y perfilería "T", con lana mineral 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro absorbente acústico. Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera, así como remates de cumbrera, aleros, testeros y encuentros estancos, pasos de instalaciones con manguitos EPDM, medios auxiliares, seguridad y limpieza final. La cubierta quedará completamente estanca, nivelada y rematada.

CIENTO DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.02.02 **m²** **Falso techo registrable con perfilería oculta** **51,09**

Suministro y montaje de falso techo continúo formado por placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica galvanizada oculta, suspendida del forjado mediante varillas regulables y cuelgues rápidos de acero, con separación entre montantes no superior a 600 mm. La estructura estará compuesta por perfiles primarios tipo T de 47/60 mm y perfiles secundarios tipo F de 47 mm, ambos galvanizados, fijados entre sí mediante grapas y escuadras homologadas. Las juntas entre placas se tratarán con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie lisa, uniforme y sin imperfecciones. Una vez seco y lijado, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca, lavable y transpirable, con acabado liso mate, color blanco (RAL 9010 o similar). Incluye suministro de todos los materiales, estructura metálica, placas PYL, tornillería, cinta y pasta de juntas, imprimación y pintura, así como replanteo, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando el techo completamente terminado, nivelado y listo para uso.

CINCUENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

08.02.03 **m²** **Revestimiento compuesto simil madera** **109,40**

Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.

CIENTO NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08.02.04	m	**Ventanal abatible de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**	731,74

Suministro y colocación de ventana abatible formada por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con rotura de puente térmico (RPT) y acabado termoendurecido, provista de marco y hoja abatible con bisagras y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio irá acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, con sellado perimetral en frío mediante silicona neutra incolora, compatible con el aluminio y garantizando la estanqueidad total del conjunto.Incluye burletes de estanqueidad EPDM, cierres multipunto o cremona, tornillería y anclajes, suministro y colocación de todos los herrajes, ajuste, nivelación y limpieza final. Las hojas quedarán perfectamente alineadas y niveladas, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso conforme a la normativa vigente. Cumpliendo las especificaciones del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética) y UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales). Incluye: todos los materiales (marcos, hojas, herrajes, burletes, vidrio, silicona, fijaciones), mano de obra de instalación, sellado, limpieza final y señalización de las hojas móviles conforme a la normativa de seguridad en acristalamientos.

SETECIENTOS TREINTA Y UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08.02.05	m	**Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**	655,31

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,60 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Incluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.

SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

08.02.06	m	**Puerta enrollable motorizada de 2,20m de altura**	785,35

Suministro y montaje de puerta enrollable motorizada de varillas de acero zincado, color gris metalizado, con malla en forma de aros entrelazados (tipo Convi o similar), de 2,20 m de altura y ancho según hueco de proyecto, con acabado galvanizado color plata y recubrimiento protector anticorrosivo. Compuesta por lamas o varillas de acero macizo unidas mediante eslabones de acero galvanizado, cajón recogedor superior forrado en chapa galvanizada, eje de acero con muelles de torsión templado, poleas circulares, y guías laterales de acero galvanizado de 2 mm de espesor con burletes de goma de estanqueidad. Accionamiento mediante motor eléctrico trifásico (motor tubular o central de eje), con cuadro de maniobra, finales de carrera regulables, pulsador interior de apertura/cierre, sistema de desbloqueo manual y receptor con mando a distancia. Incluye cerradura central con llave de seguridad, fallebas laterales, herrajes y anclajes, cableado eléctrico, puesta a punto, ajuste y comprobación de funcionamiento. La instalación se realizará alineada y nivelada, con todas las medidas de seguridad y señalización conforme a normativa. La puerta quedará totalmente instalada, ajustada y probada, cumpliendo las disposiciones de seguridad de la Directiva 2006/42/CE (Máquinas), UNE-EN 13241-1 (puertas motorizadas de uso industrial y comercial), CTE DB-SUA (seguridad de utilización) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08.02.07	ud	**Ventana abatible 0.60x1,95m vidrio traslúcido**	496,82

Suministro y colocación de ventana abatible de aluminio lacado color gris metalizado, de 0,60 × 1,95 m, con perfil europeo de rotura de puente térmico (RPT) y acristalamiento traslúcido tipo 4/12/4, formado por vidrio laminado o templado 4+4 mm exterior con tratamiento ácido (mateado al ácido, translúcido blanco), cámara deshidratada de 12 mm con gas argón, y vidrio interior 4 mm incoloro, conforme a UNE-EN 1279 y CTE DB-HE 1. La ventana incluirá bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura multipunto o cremona, maneta de aluminio, burletes de estanqueidad EPDM, y sellado perimetral con silicona neutra color aluminio o gris, compatible con el material soporte. El conjunto se entregará perfectamente nivelado, estanco y ajustado, con colocación de calzos de apoyo y anclajes mecánicos a obra, pruebas de apertura y limpieza final. Cumple con las exigencias del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-SUA (seguridad de uso y accesibilidad) y la norma UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales exteriores). Incluye (marco, hoja, herrajes, burletes, acristalamiento traslúcido, silicona, anclajes), mano de obra completa de montaje, ajuste, limpieza final y señalización conforme a la normativa de acristalamientos de seguridad.

CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

08.02.08	m	**Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,20 m**	620,04

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,20 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Inluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.

SEISCIENTOS VEINTE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

08.02.09	m²	**Fachada ventilada sobre edificio existente**	154,71

Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm de espesor, núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad aproximada 40 kg/m³, y chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm de espesor. Los paneles se fijarán sobre subestructura galvanizada de 35 mm de espesor formada por perfiles tipo omega o "Z", anclada al paramento existente mediante tacos químicos, varillas roscadas y resina epoxi o anclajes mecánicos, según la naturaleza del soporte. Se conformará una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior, asegurando una ventilación neta = 1/500 de la superficie proyectada. Los paneles se montarán con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o cincado, provista de arandelas de estanqueidad EPDM, y bandas butílicas en testas y solapes para garantizar la estanqueidad al aire y al agua. Se ejecutarán todos los remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco, en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección del sistema. Incluye replanteo previo en obra, cortes, encuentros, ajustes, colocación de piezas especiales, medios auxiliares, seguridad y salud, limpieza final y gestión de residuos, dejando el cerramiento perfectamente alineado, estanco, ventilado y con acabado uniforme en color blanco.

CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
08.02.10	m²	**Fachada ventilada sobre edificio nuevo** Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio, 0,5–0,6 mm, núcleo aislante rígido PUR/PIR (densidad ˜ 40 kg/m³) y chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm. Instalación directa sobre la estructura metálica o correas previstas en proyecto, sin subestructura adicional, conformando cámara ventilada continua con rejillas microperforadas antipájaros inferior y superior, garantizando ventilación neta mínima = 1/500 de la superficie de fachada. Juntas transversales y longitudinales selladas con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad frente a lluvia, viento y condensaciones. Fijación mecánica con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o acero cincado con recubrimiento anticorrosivo, con arandelas EPDM, conforme a especificaciones del fabricante y CTE DB-SE-AE (succión de viento). Ejecución de remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, plegado mínimo 40 mm, asegurando protección de cantos, continuidad estética y ventilación del sistema. Incluye: replanteo, cortes, encuentros, ajustes, piezas especiales, medios auxiliares y limpieza final, dejando el cerramiento alineado, estanco, ventilado y acabado uniforme en color blanco (RAL 9010 o similar). CIENTO CINCO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	105,33
08.02.11	m²	**Trasdosado interior** Ejecución de trasdosado interior autoportante mediante estructura metálica galvanizada formada por montantes 48/70 mm a 600 mm de separación, anclados a canales perimetrales fijados a suelo y techo. Entre montantes se colocará aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y densidad 30–40 kg/m³, con velo negro acústico. Cierre interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, fijada con tornillería autorroscante a la estructura metálica. Ejecución de juntas tratadas con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie perfectamente lisa. Sellado perimetral con masilla o silicona acústica en encuentros con forjados, cerramientos o carpinterías, así como remates en huecos y rincones. Una vez seco y lijado el paramento, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca lisa, lavable. Incluye suministro y colocación de todos los materiales, perfilería galvanizada, placas de yeso laminado, aislamiento de lana mineral, tornillería, cintas y pastas de juntas, selladores, imprimación, pintura, medios auxiliares, replanteo, seguridad y limpieza final, dejando el trasdosado completamente terminado y listo para uso. SESENTA EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	60,84
08.02.12	m²	**Acondiconamiento cubierta edificio existente** Acondicionamiento integral de la cubierta plana no transitable del edificio existente, tras la demolición del acabado anterior, incluyendo la limpieza, regularización y preparación de la superficie de soporte para la aplicación del nuevo sistema de impermeabilización y acabado. Ejecución de impermeabilización bicapa compuesta por primera capa de imprimación bituminosa en frío, tipo emulsión asfáltica y segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre el soporte. Sobre la impermeabilización se colocará una capa de protección pesada mediante grava lavada (“chino rodado”) de 30–40 mm de diámetro y espesor 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana impermeabilizante frente a radiación solar y punzonamiento. Formación de petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, con altura aproximada de 10–15 cm, para contención de la grava y evitar su caída hacia la fachada ventilada. Se dispondrán piezas de remate metálico o vierteaguas galvanizado/lacado sobre el peto, garantizando la evacuación superficial del agua y evitando filtraciones. En los puntos bajos se dispondrán sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando una correcta evacuación de aguas. Incluye limpieza de soporte, formación de pendientes locales (si procede), imprimación, impermeabilización, geotextil, grava, petos, remates, drenajes, sellados, medios auxiliares, seguridad y gestión de residuos, dejando la cubierta completamente terminada, estanca, nivelada y funcional. NOVENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	92,43

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS

APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA

ACOM — **ud** — **Acometida de agua potable** — **661,44**

Acometida desde la red general de abastecimiento de agua hasta contador general según prescripciones de EMAYA, incluso obra de albañilería para conexión tanto a la red de abastecimiento, como a contador ubicado en armario incluso accesorios de conexión. Medida la longitud ejecutada, conexionada y probada según indicaciones de la Dirección Facultativa.

SEISCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

AFS50PE — **m** — **Tubería PE 100 ALTA DENSIDAD, SDR 11, PN 16 - D=50 UNE EN 12201** — **7,31**

Tubería fabricada en PE 100 RC, multicapa para conducciones de agua a presión. Capa externa en color negro con bandas azules, altamente resistente a la fisuración y al punzonamiento y capa interna en color azul con aditivo antimicrobiano, resistente a los procesos de desinfección y protección anti-incrustaciones, SDR 11, PN 16 de diámetro exterior 50 mm y espesor 4.6 mm, i/p.p. accesorios. Fabricada según EN 12201 y PAS 1075.

SIETE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET

AFS25 — **m** — **TUBO POLIPROPILENO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8** — **7,14**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108.

SIETE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

ACS25AISL — **m** — **TUBO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8 AISLADA** — **13,37**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108, con aislamiento flexible tipo armaflex SH cumplimiendo el RITE.

TRECE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES

V.CORTEASEO-R — **ud** — **Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no desmontable, roja** — **13,49**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada PN40 con mando palanca color Rojo

TRECE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

V.CORTEASEO-A — **ud** — **Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no demsontable, azul** — **14,15**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada con mando palanca color azul.

CATORCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

I INODORO — **ud** — **Instalación de inodoro mediante tubería multicapa** — **43,97**

Instalación de fontanería para un inodoro realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

CUARENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

I LAVABO — **ud** — **Instalación lavabo mediante tuberia multicapa** — **55,14**

Instalación de fontanería para un lavabo realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

CINCUENTA Y CINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
I URINARIO	ud	**Instalación de urinario mediante tubería multicapa** Instalación de fontanería para un urinario realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5. CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	44,42
I FREGADERO	ud	**Instalación de fregadero mediante tubería PEX** Instalación de fontanería para un fregadero realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5. SETENTA Y TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	73,28
I LAVA	ud	**Instalación de lavajillas/lavadora mediante tubería PEX** Instalación de fontanería para un lavavajillas/lavadora realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5. CINCUENTA EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	50,84
APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS			
C110110	ud	**Bomba para circulación Yonos PICO 25/1-8-130** Sumninistro e instalación de bomba estándar de alta eficiencia de rotor húmedo de la marca WILO modelo Yonos PICO 25/1-8-130 o similar con regulación electrónica. CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	459,18
C110111	ud	**Válvula mezcladora termostática para ACS** Suministro e instalación de válvula termostática para ACS de la marca SEDICAL modelo VMT 3/4"o similar. Totalmente montada y funcionando. SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	676,35
C110112	ud	**Termostato de vaina para tubería** Suministro y montaje de termostato. Totalmente montado y funcionando. DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	18,15
C110113	ud	**Manómetro** Manómetro en baño de glicerina con una válvula bola de 1/2" y latiguillo, incluso montaje. CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	45,78
C110114	ud	**Termómetro de esfera** Termometro de esfera, con su correspondiente caña. TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	33,67
C110115	ud	**Válvula de esfera Ø3/4", aislada y forrada** Válvula de bola de latón de Ø1"mm de diámetro PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Aislada según RITE. Completamente instalada. DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	18,38
C110116	ud	**Válvula de retención Ø3/4"** Válvula de retención Ø1" con rosca y cierre metálico. Totalmente instalada. VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	22,61
C110117	ud	**Filtro de malla metálico Ø32, c/rosca, asilado y forrado** Filtro de malla metálico, aislado según RITE y tubería que intercepta. Totalmente instalado. DIECISEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	16,35
C110118	ud	**Grifos de desagüe Ø3/4"** Grifo de desagüe conducido. Se incluye, embudo de desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe más próximo. Totalmente instalada. ONCE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	11,27
C110119	ud	**Purgador automático, 1 válvula** Purgador automático de aire con una válvula de bola de Ø3/4" situados en todos los puntos altos de la instalación y de los depósitos de ACS para la correcta evacuación del aire de la instalación. Incluida llave de corte. Totalmente instalado.	65,17

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SESENTA Y CINCO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

C110120 **ud** **Válvula de seguridad Ø1 1/4" 8 bar** **57,40**
Válvula de seguridad conducida de Ø1 1/4" presión de tarado 8 bar. Se incluye: embudo desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe. Totalmente instalada.
CINCUENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

S110101 **ud** **Bomba de calor aire/agua para ACS** **5.023,46**
Bomba de calor aire/agua para ACS. Marca Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar:
Dimensiones:1860xD.650
Material del calentador: Acero inoxidable
Aislamiento: Poliuretano de alta densidad 50mm.
Tª.max. adm. 80ºC
Presión máx. de operación: 7bar
Potencia BC. 700W
Energía térmica proporcionada: 1.800W
SCOP dhw (EN16147) clima medio/calido/frio 3.09/3.69/2.63
Cantidad de agua útil a 40ºC: 315 litros
Tiempo de calentamiento: 06:29
Longitud máxima del conducto: 46 m.

CINCO MIL VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

S110103 **ud** **Vaso de expansión para circuito ACS** **271,28**
Suministro e instalación de vaso de expansión para circuito de ACS de la marca SEDICAL modelo Refix DD 12 o similar.
DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS

GRIF-LAV **ud** **Mezclador temporizado para lavabo** **594,91**
Suministro y colocación de grifo temporizado ecológico mezclador de 1/2" de diámetro, para instalación mural con cuerpo de latón cromado. Cierre automático a los 10 s. Con regulador de caudal de 6l/min. ahorro de agua 33%, modelo PRESTO ARTE CM, ref. 66900 de la empresa PRESTO IBERICA o similar, totalmente equipado, instalado y funcionando.
QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

CER-LAV **ud** **Lavabo de porcelana sobre encimera** **161,68**
Lavabo de porcelana sobre encimera, de la marca VALLADARES, modelo RECIFE o similar.
Incluye sifón cilíndrico cromado y válvula clic-clac. Suministro y montaje incluido
CIENTO SESENTA Y UN EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CER-INOD **ud** **Inodoro suspendido con salida a pared (minusválidos)** **785,44**
Inodoro suspendido con salida a pared, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar (minusválidos), inluye tapa, tanque empotrado y GEBERIT DUOFIX instalado. Suministro y montaje incluido.
SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CER-INOD 2 **ud** **Inodoro suspendido con salida a a pared** **1.225,20**
Inodoro suspendido con tanque integrado, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar tank in tank, suspendido, incluye soporte en L para la instalación mural, tapa y asiento. Suministro y montaje incluido.
MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS

BSDGVBSB m **Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110, enterrada** **8,61**

Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

SDBN m **Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø125, enterrada** **17,95**

Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SBBN ud **Acometida a Red Municipal** **1.780,80**

Conexión de saneamiento desde red interior de saneamiento a la red general municipal, incluido pozo de bloqueo previo a la conexión de la red interior a la red general de saneamiento, ejecución de pozo, pagos a la compañía EMAYA, incluso proyecto y legalización de saneamiento. Según normas del ayuntamiento. Totalmente y funcionando.

MIL SETECIENTOS OCHENTA EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

HEHEE PA **Bajada pluvial desde cubierta** **424,00**

Suministro y colocación de bajante pluvial de PVC evacuación serie B de Ø110 mm, oculta en el interior del tabique, con salida desde el sumidero de cubierta y conexión al drenaje exterior situado a pie de fachada. Incluye codos, accesorios, fijaciones, tramo horizontal de enlace hasta la red existente, y todos los trabajos necesarios para su instalación completa, como perforaciones, sellados, pruebas de estanqueidad y limpieza final. Bajante ejecutada con una altura aproximada de 3,25 m y conexión exterior, completamente instalada, estanca y en servicio, conforme a CTE DB-HS 5.

CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS

APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS

LAVABO ud **Conexionado de lavabo** **38,08**

Instalación Suministro y montaje de válvula cromada y sifón sencillo curvo ø 40 mm. con tubo rebosadero y tapón para lavabo, y conexión a red de desagües. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, bote sifónico, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

TREINTA Y OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

CONDENSADOS ud **Desagüe condensados climatización** **36,95**

Suministro y colocación de desagüe de condensados para máquinas de climatización, con tubo de PVC Ø32mm. Incluye ppde piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño materail auxiliar.

TREINTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

INODORO HAB ud **Conexionado inodoro** **99,76**

Conexionado de WC con tubo PVC ø 110 a colector general. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, collarin corta fuegos, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

NOVENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CURINARIO ud **Conexionado urinario** **24,89**

Suministro e instalación de sumidero de desagüe, con tubo de PVC Ø40mm. Incluye piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño material auxiliar.

VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN

EDE0503 **ud** **Extractor para aseos y vestuarios** **231,12**

Suministro y montaje de extractores de Baño Serie SILENT. SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE o similar. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro con luz piloto, compuerta, temporizador 1-30min, detector de presencia y rodamiento a bolas, IP45, Clase II, con protector térmico, para trabajar a temperaturas de hasta 40ºC, de color WHITE para conectar a NT. Totalmente montado y funcionando.

DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS

COL110 **m** **Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110 colgada** **20,20**

Suministro y colocación de tubería para colector horizontal, con abrazaderas isofónica, y collarines cortafuegos. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

VEINTE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

GWGWEG **ud** **Sombrerete de ventilación metálico 30x30 cm** **100,70**

Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 30×30 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.

CIEN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

WSEGWRGERG **ud** **Sombrerete de ventilación metálico 20×20 cm** **74,20**

Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 20×20 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.

SETENTA Y CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SDVSDV **ud** **Salida conductos aire cubierta** **212,00**

Suministro y colocación de salida de conductos de aire en cubierta, tipo cuello de cisne, fabricada en chapa de acero galvanizado, compuesta por tramo curvo de conducto circular y base de apoyo y sellado para su correcta integración en la cubierta. La pieza permite la evacuación o toma de aire evitando la entrada directa de agua de lluvia y agentes atmosféricos, garantizando la continuidad del sistema de ventilación. Incluye fabricación en taller, fijación mecánica a la cubierta, sellado perimetral estanco, remates necesarios y adaptación al diámetro del conducto existente. Totalmente instalada y en funcionamiento.

DOSCIENTOS DOCE EUROS

APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones** **265,00**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** **530,00**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CAFETERIA

SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES

BAT CONT 1 **ud** **CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES POR UD. PARA EDIF** **154,07**

Centralización de contador trifásico de 63A. Incluye protección contra sobretensiones transitorias, del tipo I según norma UNE -EN 61643-11. Completamente terminada, dispuesta para dar servicio y ejecutada según normas de la compañía suministradora.

CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SIETE CÉNTIMOS

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** **65,53**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

SESENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS DEPENDIENTES

ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS DEPENDIENTES

C.GENERAL **ud** **Cuadro Cafetería** **2.015,20**

Armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 según UNE 20234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.
1 Ud. Int. Aut. IV/50 curva C
1 Ud. interruptor automático diferencial 4/40A/300mA
1 Ud. Interruptor automático diferencial de 2/40A/300mA
2 Ud. interruptor automático diferencial 2/40A/30mA
1 Ud. Int. Aut.IV/40A curva C (Climatización)
1 Ud. Int. Aut. I+N/25A curva C (Cocina Horno)
6 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (varios)
2 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (Alumbrados)
Contactores, minuteros, relojes y señalización, incluido

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje

DOS MIL QUINCE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

7F3X1.5 **m** **Linea 2x1.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex** **4,06**

Línea 2X1.5 mm +T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS

7F3X2.5 **m** **Linea 2x2.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex** **6,00**

Línea 2X2.5 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.

SEIS EUROS

1H5X10 **m** **Línea 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor 0.6/1kV Afumex** **32,16**

Línea de 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor RZ1K(AS) Cu 0.6/1kV

TREINTA Y DOS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

1F3X6 **m** **Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex** **5,16**

Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR PUNTOS

ELEMENTO EDE01040302 ASEOS

PL-1 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 1 punto** **44,11**
Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PL-2 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos** **58,98**
Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA **ud** **Punto de luz para emergencia** **22,69**
Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).
VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

PL-DET **ud** **Punto de luz activado con detector de presencia** **129,95**
Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.
CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PE-16A **ud** **Punto de enchufe de 16 A** **61,06**
Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

P.EXTR ASEO **ud** **Punto para extractor en aseo** **43,42**
Punto para extractor en aseo
CUARENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

PE-25A **ud** **Punto de enchufe 25 A-II.** **134,32**
Punto de enchufe 25 A-II, UNE 20315-94. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

PL **ud** **Punto de luz** **32,76**
Punto de luz, cable, tubo y pp de cajas y pequeño material.
TREINTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA

PL-1 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 1 punto** **44,11**
Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PE-16A **ud** **Punto de enchufe de 16 A** **61,06**
Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PREV-TL **ud** **Prevision toma para telefono (tubo+caja)** **19,69**
Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).
DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

P-ORDENADOR **ud** **Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45** **85,01**
Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.
OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum** **141,09**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010502 **ud** **Downlight empotrable** **143,56**

Suministro e instalación de downlight empotrable redondo modelo KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH de la marca LAMP o similar. Reflector fabricado en policarbonato mate y marco en acabado blanco y lamina óptica. Disipador de aluminio inyectado. Modelo para LED COB con temperatura de color blanco cálido y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP40. Clase de aislamiento II. Totalmente instalado y funcionando.

CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

EDE010503 **ud** **Tira flexible LED** **92,82**

Suministro e instalación de tira flexible, modelo fine led de la marca LAMP. Modelo para LED MID POWER o similar, temperatura de color 3000K, CRI 80. Con un grado de protección IP20. Clase de aislamiento III. Horas de vida: 50.000 L70 B10. Se suministra en bobina de 5 metros y adhesivo 3M en la zona posterior. Estas tiras permiten el corte modular.
Incluye disipador de alumnio y fuente de alimentación a tensión continua de 24 Vdc.

NOVENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS

EQUIPOTENCIAL **ud** **Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias,** **43,35**

Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias, agua fria, caliente y duchas.

CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

RED-T.TIERRA **ud** **Red lineal de cable para toma tierra Cu 35mm2 desnudo** **55,55**

Red lineal cable para toma de tierra con conexión, a base de bornas inox. GDP-18 y cable CU 1x25 mm2.

CINCUENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

TT-1 **ud** **Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora** **154,69**

Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora. El electrodo deberá ser de grafito de alto rendimiento, de la marca INGESCO.

CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones** **265,00**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** **530,00**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV TECNICOS

SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS TÉCNICOS

PL-DET **ud** **Punto de luz activado con detector de presencia** **129,95**
Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.
CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PL-2 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos** **58,98**
Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PE-16A **ud** **Punto de enchufe de 16 A** **61,06**
Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA **ud** **Punto de luz para emergencia** **22,69**
Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).
VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum** **141,09**
Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.
CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

EDE010504 **ud** **Luminarias almacen** **90,27**
Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.
NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

PREV-TL **ud** **Prevision toma para telefono (tubo+caja)** **19,69**
Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).
DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

P-ORDENADOR **ud** **Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45** **85,01**
Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.
OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN

PL-DET **ud** **Punto de luz activado con detector de presencia** **129,95**
Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.
CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

PL-1 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 1 punto** **44,11**
Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
CUARENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PE-16A **ud** **Punto de enchufe de 16 A** **61,06**
Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.
SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

PL-EMERGENCIA **ud** **Punto de luz para emergencia** **22,69**
Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).
VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
EDE010501	ud	**Bloque de emergencia 150 lum** Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando. CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	141,09
EDE010504	ud	**Luminarias almacen** Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral. NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	90,27

SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO

PL-DET	ud	**Punto de luz activado con detector de presencia** Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º. CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	129,95
PL-3	ud	**Punto de luz de 1 encendida, 3 puntos** Punto de luz de 1 encendida,3 puntos. Marca y modelo a elegir según memória de calidades. SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	67,28
PL-EMERGENCIA	ud	**Punto de luz para emergencia** Punto de luz para emergencia, (sin enchufe). VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	22,69
EDE010501	ud	**Bloque de emergencia 150 lum** Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando. CIENTO CUARENTA Y UN EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	141,09
EDE010504	ud	**Luminarias almacen** Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral. NOVENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	90,27
PE-16A	ud	**Punto de enchufe de 16 A** Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades. SESENTA Y UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS	61,06
PMOTORVENT	ud	**Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas** Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas CINCUENTA Y UN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	51,04
PREV-TL	ud	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)** Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas). DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	19,69
P-ORDENADOR	ud	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45** Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5. OCHENTA Y CINCO EUROS con UN CÉNTIMOS	85,01

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN TELECOMUNICACIONES

SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN

TEL. 02.05 **ud** **Registro principal (Coaxial)** **63,60**

Registro Principal en RITI (Coaxial): Registro de 50x70x30cm de acorde a la norma UNE20541 o UNE EN 50298. Correctamente colocado según plano. Todo según el pliego de condiciones.

SESENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO

TEL. 04.03 **m** **Cableado distribución multipar** **3,60**

Cableado distribución multipar 25 pares.

TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

TEL. 04.07 **m** **Cableado Distribución fibra óptica** **5,30**

Cableado distribución Fibra óptica 24 (12 pares) fibras Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos de 4 pares cada uno.

CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

TEL. 04.11 **m** **Cableado de datos de usuario** **1,06**

Cableado de usuario, UTP CAT6E.

UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y EQUIPOS DE USUARIO

TEL. 06.03 **u** **P.A.U UTP (6 salidas)** **23,32**

P.A.U. UTP (6 salidas). Roseta Hembra RJ45 CAT6E. Correctamente conectada al cable de dispersión. Y Multiplexor pasivo de 1 entrada y 6 salidas de 8 vías correctamente conectadas al cableado interior.

VEINTITRES EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

TEL. 06.05 **U** **P.A.U Fibra óptica** **26,50**

P.A.U. (punto acceso usuario) Fibra óptica. Roseta dúplex de terminación de red ,correctamente conectada y fusionada al cable de dispersión.

VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

TEL. 06.07 **u** **Toma RJ45** **12,72**

Toma RJ45 CAT6E, 8 vías correctamente conectada y comprobada. Con tapa misma serie mecanismos eléctricos.

DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE ESTACIÓN

P.A.01 **ud** **Video portero automático para entrada general** **1.368,94**

Video-Portero eléctrico, con comunicación entre el acceso al edificio y conserjería, empleando:
- Placa exterior de portero automático de 1 llamada.
- 1 placas exterior de portero, realizada en aluminio anodizado.
- 1 telefonillos murales de portero.
- 1 partida de líneas de audio, para el total de la instalación, bajo tubo de PVC, así como el cableado y conexionado.
- Alimentadores, abrepuertas con retenedor y conmutaciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de portero eléctrico.
- Material complementario, piezas especiales, cajas de registro y derivación, lámpara de pulsador, conexiones, medios auxiliares, pequeño material y todos los elementos necesarios para su completa instalación y funcionamiento, líneas de alimentación y conexión eléctrica, según planos y documentación de proyecto, todas las unidades completamente instaladas, probadas y en funcionamiento. Medida la unidad completa por udidad de Vivienda.

Instalado según normativa vigente.

MIL TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM — **ud** — **Documentaciones y tramitaciones** — **265,00**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS

PRUEBAS — **ud** — **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** — **530,00**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

QUINIENTOS TREINTA EUROS

SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS

08.04.01 — **m²** — **Pavimento de piezas de terrazo color gris** — **46,85**

Pavimento interior de piezas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), uso intensivo según UNE-EN 13748-1, de 60x60 cm, color gris y en posesión de certificados de ensayos, con un pulido inicial en fábrica, para pulir y abrillantar en obra. COLOCACIÓN: en capa gruesa, a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-7,5, de 3 cm de espesor. Rejuntado con mortero de cemento blanco coloreado en juntas de 1 a 1,5 mm de espesor.

CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

08.04.02 — **m²** — **Microcemento en paramento vertical** — **81,84**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada EI1 30-C5, de una hoja lisa de 203×82,5×4,5 cm, construida con alma de tablero aglomerado ignífugo, recubierta en ambas caras con laminado de alta presión (HPL), formado por capas de papel kraft impregnadas en resinas fenólicas, y con cantos de placa compacta HPL del mismo acabado.El conjunto incluye bastidor y cerco de madera maciza, montado sobre precerco de pino país de 90×35 mm, y tapajuntas de madera o MDF revestidos en HPL en ambas caras. Dotada de pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, juntas intumescentes perimetrales certificadas, y cierrapuertas aéreo homologado conforme a UNE-EN 1154, garantizando el cierre automático de la hoja. La instalación comprende replanteo, calzado y fijación de la puerta al premarco mediante tornillos galvanizados y espuma de poliuretano, ajuste de herrajes y comprobación final de funcionamiento y cierre estanco. La puerta cumple con las exigencias de resistencia al fuego EI1 30, clasificación de uso C5 (alta frecuencia de maniobras), y con las normas UNE-EN 1634-1 (ensayo de resistencia al fuego) y UNE-EN 14600 (comportamiento frente al fuego y humo). Acabado: laminado HPL color a definir por la Dirección Facultativa (habitualmente blanco o gris claro).
Uso previsto: puertas interiores de baños y zonas de servicio.

OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

08.04.03 — **m²** — **Tabiquería interior de placas de yeso laminado** — **43,33**

Tabique sencillo (15+48+15)/400 (48) (2 hidrofugado), con placas de yeso laminado, de 78 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan dos placas en total (una placa tipo hidrofugado en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico y pasta y cinta para el tratamiento de juntas.

CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

08.04.04 — **ud** — **Puerta exterior abatible lacada en blanco** — **559,37**

Suministro y colocación de puerta exterior abatible ciega de una hoja, dimensiones 203×82,5×3,5 cm, construida con tablero de MDF hidrófugo de alta densidad, con bastidor interior perimetral de madera maciza tratada y acabado prelacado en color blanco.Hoja lisa con moldura recta, apta para exposición exterior bajo marquesina o zona protegida. Incluye precerco de madera de pino tratado de 90×35 mm, galces de MDF hidrófugo de 90×20 mm, y tapajuntas de MDF de 70×10 mm en ambas caras, todo en acabado lacado blanco a juego con la hoja. Herrajes compuestos por bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura de seguridad con falleba o picaporte doble acción, manilla sobre escudo largo acabado negro satinado, y burletes de estanqueidad en todo el perímetro. La instalación comprende replanteo, fijación del premarco a obra, montaje y ajuste de hoja y herrajes, sellado perimetral con silicona neutra blanca y comprobación final de funcio-

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

namiento, cierre y alineación.Puerta totalmente montada y probada, apta para uso exterior cubierto, cumpliendo con las exigencias de durabilidad, aislamiento y seguridad de uso del CTE DB-SU y DB-SI.

QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

08.04.05 **ud** **Puerta madera hoja lisa laminada HPL** **625,38**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, de una hoja, lisa, de 203x82,5x4,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas ignífugo, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera maciza y cerco de madera maciza, sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso tapajuntas en ambas caras, pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar, juntas intumescentes, cierrapuertas aéreo, dispositivos de seguridad; alojamiento, calzado y fijación de la puerta al premarco con tornillos de acero galvanizado y espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre precerco y la puerta. Totalmente montado y probado.

SEISCIENTOS VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

08.04.06 **PA** **Torno de control de accesos bidireccional** **5.194,00**

Suministro y monetaje de torno motorizado de un solo acceso bidireccional, diseñado para ofrecer flujo eficiente y seguro de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida, gracias a su ancho de paso de 900 mm. Su motor ECO garantiza una larga vida útil con hasta 3.000.000 de ciclos, asegurando máxima durabilidad en entornos de alto tránsito como oficinas, edificios públicos, centros educativos o instalaciones corporativas. Dispone de barrera acrílica de apertura automática en el sentido de la marcha, que asegura una circulación fluida. Incorpora modo de emergencia, permitiendo la apertura inmediata en caso de señal de incendio o corte de corriente. Su indicador LED de estado facilita la orientación al usuario y mejora la usabilidad. La placa principal de configuración con display permite ajustar parámetros clave como tiempos de apertura, contador o entradas de relé. Fabricado en acero inoxidable SUS304 y barrera acrílica, ofrece un diseño ergonómico, robusto y elegante, compatible con sistemas de control de acceso de terceros Plug & Play. Además, incluye tapas universales para lectores de tarjetas, lo que lo convierte en una solución flexible y segura. Es decir, este torno, sirve para uso de paso libre, o lo que es más habitual, requiere de un control/lector de acceso ya sea por tarjeta, llavero o de la forma preferida, para restringir los accesos Incluye control de acceso autónomo, totalmente instalado y probado.

CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS

CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN

09.01 **m³** **Hormigón armado HA-30** **233,50**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

09.02 **m³** **Hormigón de limpieza** **131,58**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

CIENTO TREINTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

09.03 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra** **2,34**

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

09.04 **kg** **Pernos de anclaje andén** **13,14**

Pernos compuestos barras de acero corrugado B500SD, colocados cada metro en andén, según planos. Incluye taladros para su colocación, tareas de corte y doblado, anclaje mediante resina de adherencia y cualquier otra tarea necesaria para su correcta ejecución. Incluso pp. medios auxiliares, medidas medioambientales y control de calidad.

TRECE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

09.05 **ud** **Reparación andén existente** **74.251,84**

Reparación integral de andenes actuales, según el Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes redactado incluyendo la totalidad de las actuaciones definidas en el Anejo 6 – Anexo VIII del Proyecto Constructivo.

Los trabajos incluidos en esta partida comprenden todas las unidades necesarias para la rehabilitación estructural y de durabilidad de los andenes, y en particular:

- Limpieza intensa y preparación de superficies de hormigón.
- Reparaciones superficiales de hormigón, saneo y restitución de recubrimientos.
- Pasivación de armaduras según prescripciones del PPTP.
- Protección e impermeabilización integral mediante morteros cementosos elásticos.
- Sustitución del sellado de juntas de dilatación.
- Inyección de fisuras con resina epoxi (>0,2 mm) y sellado elastomérico (<2 mm).
- Restauración de volúmenes perdidos con mortero tixotrópico.
- Ejecución de taladros en hormigón armado y ventilación interior mediante rejillas 200×200 mm.

Todas las operaciones auxiliares necesarias para su correcta ejecución: preparación de superficies, limpieza, accesos, medios auxiliares, y seguridad y salud.

SETENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 10 JARDINERÍA

RETARB **ud** **Retirada de árboles** **171,54**

Retirada de árboles mediante medios manuales y/o mecánicos. Se incluyen todos los trabajos necesarios para ello. Incluso p.p. de tala de ramas y tronco, destoconado con posterior relleno del hueco de la cepa con tierra, adecuación del material para su entrega a gestor (limpieza de raíces, corte de ramas y tronco, etc.) recogida y carga sobre camión o contenedor de la broza generada, transporte y entrega a gestor autorizado. Incluye cualquier canon

CIENTO SETENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

UJA050 **m²** **Aporte de tierra vegetal y extendido** **20,63**

Aporte y extendido de tierra vegetal cribada, suministrada a granel desde planta autorizada, con contenido en materia orgánica =3 % y granulometría adecuada para usos de jardinería y revegetación. La tierra se extenderá con medios mecánicos en capas de espesor uniforme de 80 cm, evitando compactaciones excesivas y daños a las plantas o instalaciones existentes. Incluye el perfilado y nivelación final del terreno, protección y señalización del área de trabajo, así como las operaciones de ajuste manual y limpieza necesarias para dejar la superficie en condiciones de plantación o siembra. Comprende el suministro, transporte, descarga, extendido y nivelado, así como los medios auxiliares y medidas de seguridad y salud necesarias para la correcta ejecución.

VEINTE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

PLTRECT15010 **m** **Pletina rectangular de acero 120x10mm para alcorque y jardineras** **45,36**

Sumnistro y colocación de pletina rectangular de acero corten de 12 cm de profundidad y 1 cm de espesor en formación de alcorque de diversas medidas y formas en planta, soldada en taller o en obra, con canto superior romo, juntas de dilatación entre chapas, pletinas de apoyo de

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

5x15x1cm sobre la solera de hormigón y sellado de juntas con el pavimento de adoquín con sikaflex 11FC. Completamente instalada. Incluye material auxiliar y anclajes. Según detalles de planos.

CUARENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

UJP010pCA **ud** **Suministro y Plantación de árbol tipo Melia azedarach** **72,18**

Suministro y plantación de árbol ornamental Melia azedarach (Melia), con perímetro de tronco comprendido entre 14 y 16 cm a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado y en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor. La plantación se realizará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal cribada y substratos vegetales fertilizados (mezcla de materia orgánica y sustrato universal) para garantizar el arraigo. Incluye formación de alcorque perimetral, colocación de tutor individual de madera tratada o metálico galvanizado, amarre con cinta flexible, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende el replanteo de la alineación de plantación, el suministro de materiales, transporte, herramientas, medios auxiliares, seguridad y todos los trabajos necesarios para dejar el árbol correctamente plantado, alineado y enraizado, conforme a las buenas prácticas de jardinería y a la Norma UNE 170001-1.

SETENTA Y DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

UJP010pCAASC **ud** **Suministro y Plantación de árbol tipo Tilo** **147,51**

Suministro y plantación de árbol de sombra Tilo (Tilia hybrida argentea) de 20–25 cm de perímetro de tronco medido a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar y tutor de guía si procede. nLa plantación se ejecutará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal seleccionada y cribada, mezcla de sustratos orgánicos fertilizados, y formación de alcorque perimetral para recogida de riego. Incluye colocación de tutor de madera tratada o metálico galvanizado, amarre flexible no dañino, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos y materiales necesarios: replanteo, excavación, plantación, relleno, compactado, aporte de sustratos, tutorado, riego y limpieza, así como medios auxiliares y medidas de seguridad, conforme a la Norma UNE 170001-1.

CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

UJP010pCASDV **ud** **Suministro y Plantación de arbusto madroño** **82,84**

Suministro y plantación de arbusto perenne tipo Madroño, de 80 cm de altura media, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm excavado mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato vegetal fertilizado, garantizando el correcto drenaje y la aireación del suelo. Incluye formación de alcorque, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos necesarios: replanteo, excavación, relleno, compactado, aporte de sustratos, riego y limpieza, así como medios auxiliares, mano de obra especializada y medidas de seguridad, ejecutado conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.

OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

DFNFGNFGN **ud** **Suministro y Plantación de ciprés** **15,50**

Suministro y plantación de ciprés común (Cupressus sempervirens) para formación de seto perimetral, de 1,75 m de altura, en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm, abierto mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato orgánico fertilizado, asegurando el correcto enraizamiento y drenaje. Incluye alineación y replanteo de la línea de plantación, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias, dejando los ejemplares correctamente plantados, alineados y en condiciones de crecimiento óptimo, conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.

QUINCE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 11 VARIOS

SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN

APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

PABND **m** **Pintura acrílica en banda de hasta 30 cm en eje** **6,51**

Pintura acrílica especial ciudad, en banda de hasta 30 cms de ancho, en eje, de forma continua o discontinua, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempor de espera de secado.

SEIS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

PATRANS **m²** **Pintura acrílica en marcas transversales** **22,60**

Pintura acrílica especial ciudad, marcas transversales en isletas, pasos de peatones, lineas de parada, dados de 30x50 cms, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempo de espera de secado.

VEINTIDOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

SDVSDVS **ud** **Señalización y pintado de plazas de aparcamiento especiales (PMR** **15,15**

Ejecución de señalización horizontal y pintado de plazas de aparcamiento especiales, sobre pavimento de hormigón o asfalto, mediante la aplicación de pintura epoxi o acrílica de tráfico de alta resistencia, color azul RAL 5015/5017 para PMR o verde RAL 6018/6024 para vehículo eléctrico, según el uso indicado en planos. Incluye la limpieza y barrido del pavimento, aplicación de imprimación selladora epoxi para favorecer la adherencia, y dos manos de pintura de acabado aplicada mediante rodillo o pistola, con líneas perimetrales blancas de 10 cm y pictogramas o símbolos identificativos (silla de ruedas para PMR o símbolo de recarga “EV/rayo/enchufe” para vehículo eléctrico) en color blanco.
Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, protecciones, señalización temporal y limpieza final, dejando las plazas correctamente delimitadas, visibles, antideslizantes y en servicio.

QUINCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL

SCUG **ud** **Señal rectangular con texto** **539,26**

Suministro y colocación de señal vertical rectangular informativa o direccional, de dimensiones según planos, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Superficie con texto, flechas o pictogramas serigrafiados en vinilo negro o azul/blanco según la tipología, fondo en color conforme al Manual de Señalización de la DGT o normativa específica (azul para información, blanco para servicios, amarillo para obras o estación ferroviaria). Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, empotrado y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m o fijado mediante anclaje mecánico. Incluye cartelería, soportes, tornillería inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares, y medidas de seguridad y limpieza final. Se dejará completamente instalada, vertical, alineada y lista para servicio, cumpliendo lo dispuesto en las normas UNE 135340, UNE 135314 y el Manual de Señalización Vertical.

QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

SC90 **ud** **Señal circular/octogonal de 60 cm de diámetro** **491,71**

Suministro y colocación de señal vertical circular u octogonal de 60 cm de diámetro, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante tipo clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, fijado al terreno mediante empotramiento y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 (0,40×0,40×0,60 m) o mediante tornillería de anclaje, según el tipo de base. Incluye: cartel, soporte, anclajes, tornillería de acero inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares y seguridad. Se dejará completamente instalada, alineada, vertical y en servicio, cumpliendo el Manual de Señalización Vertical y la normativa UNE 135340/135314.

CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SETENTA

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Y UN CÉNTIMOS

SCU90 **ud** **Señal indicativa de estación ferroviaria tipo "PETRA"** **569,15**

Suministro y colocación de señal direccional indicativa de estación ferroviaria de Petra, fondo amarillo reflectante clase 2 (microprismático) con texto en negro y pictograma de tren, según UNE 135340 y Manual de Señalización. Fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, plegada en los bordes y con laminado reflectante de alta intensidad. Montada sobre poste tubular galvanizado Ø80 mm, anclado a zapata de hormigón en masa HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m con pernos de anclaje. Incluye herrajes, abrazaderas, tornillería, nivelación y replanteo.Color base RAL 1023 (amarillo tráfico), rotulación en vinilo negro de alta durabilidad, resistente a radiación UV. Totalmente instalada y alineada, lista para su uso, cumpliendo las normas de señalización y visibilidad diurna/nocturna.

QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES

11.02.01 **ud** **Banco tipo Malaga WPC o similar sin respaldo** **1.304,00**

Suministro e instalación de banco modular modelo Málaga WPC, de Cervic o similar, Incluye suministro, transporte, colocación sobre base nivelada de mortero o solera de hormigón HM-20, alineación, sellado perimetral y limpieza final, quedando el banco perfectamente instalado en andén y estable. Medición por unidad completamente terminada y enrasada con el pavimento del andén.

MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS

SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS

11.03.01 **ud** **Papelera tipo Cerdanyola o similar** **178,16**

Suministro y colocación de papelera urbana tipo "Cerdanyola" o similar, de chapa perforada galvanizada y pintada al horno, con soporte de tubo de acero galvanizado, anclado firmemente al pavimento mediante empotramiento o tornillería de acero inoxidable. Dimensiones aproximadas: 425×385×1032 mm y capacidad 60 litros. Incluye todos los accesorios de fijación, anclajes, tornillería, nivelación, alineación, limpieza final y comprobación de estabilidad, así como el suministro de todos los materiales y medios auxiliares necesarios. Papelera totalmente instalada y en servicio.

CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO

11.04.01 **m** **Vallado cerramiento andén** **229,80**

Suministro y montaje de verja ULTRA de Rivisa o similar, de 2,00 m de altura, formada por bastidores electrosoldados con perfiles horizontales 40x40 mm y barrotes verticales 25x25 mm, conforme a la configuración estándar del fabricante. Postes metálicos cuadrados 60x60 mm, anclados al andén mediante placas base y anclajes químicos M16, perfectamente aplomados y alineados. La unión poste–bastidor se realizará mediante los casquillos o accesorios específicos del sistema ULTRA, garantizando un montaje rápido, sin soldaduras, y equipado con tornillería de seguridad indesmontable. Protección anticorrosiva mediante el sistema Protecline® del fabricante (galvanizado en caliente + plastificado), con acabado en color blanco RAL 9016. La partida incluye: replanteo, mecanización previa en taller, montaje, anclajes, accesorios específicos, protección de superficies adyacentes y verja completamente instalada y en servicio.

DOSCIENTOS VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

11.04.02 **m** **Vallado perimetral** **39,53**

Suministro y colocación de vallado perimetral formado por malla de simple torsión galvanizada y plastificada en color verde RAL 6015, con paso de malla de 40 mm y alambre de 2,7/3 mm de diámetro, fijada a postes metálicos de acero galvanizado de Ø48 mm y 2,40 m de altura, dis-

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

puestos cada 2,5 m aproximadamente, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 30×30×40 cm. Incluye la colocación de tensores, alambres superior, intermedio e inferior, grapas y accesorios de fijación, así como la alineación, nivelación y tesado de la malla. Comprende todos los materiales, herrajes, medios auxiliares, replanteo, excavación de dados, hormigonado, relleno, compactación y limpieza final, dejando el cerramiento completamente instalado, tensado y en servicio.

TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

11.04.03 **ud** **Puerta cancela** **1.344,45**

Suministro y colocación de puerta cancela metálica de una hoja, de 7,00 m de longitud y 2,00 m de altura, formada por bastidor de perfiles tubulares de acero galvanizado, con relleno de mallazo electrosoldado galvanizado de cuadrícula 100×50 mm y alambre Ø4 mm, y acabado plastificado color verde RAL 6015, igual al vallado perimetral. La cancela incluye poste de bisagra y poste de cerrojo de tubo de acero galvanizado de 80 mm de diámetro y 3 mm de espesor, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 40×40×50 cm, con tiranta de refuerzo de 3 m de altura según longitud de hoja. Incluye bisagras reforzadas, cerradura de seguridad con falleba o pestillo, topes de apertura, accesorios de fijación, herrajes galvanizados, y pintura plástica protectora del mismo tono que el cerramiento.Comprende todos los materiales, herrajes, anclajes, excavación y hormigonado de dados, replanteo, medios auxiliares, mano de obra, limpieza final y pruebas de funcionamiento, dejando la cancela perfectamente instalada, alineada y en servicio.

MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO EXISTENTE

WEGW **m** **Limpieza y acondicionamiento vallado vias** **15,90**

Limpieza y acondicionamiento superficial de vallado hacia la vias existente con murete de hormigón y vallado metálico, afectado por suciedad, eflorescencias y depósitos superficiales. Los trabajos incluyen lavado a presión con agua limpia (mín. 120 bar) para eliminar polvo, restos biológicos, manchas, carbonatación superficial y residuos adheridos; cepillado manual o mecánico en zonas localizadas; aplicación puntual de limpiador neutro o decapante suave donde sea necesario para recuperar la uniformidad del paramento; limpieza perimetral de juntas y coronación, y retirada de restos y residuos a gestor autorizado. Comprende todos los medios auxiliares, herramientas, productos de limpieza para dejar el murete en buen estado estético y sin residuos visibles, sin alterar su integridad estructural ni la del vallado superior.

QUINCE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO ANDÉN

11.06.01 **m²** **Pintura antihumedad en murete de andén, color blanco** **15,65**

Aplicación de pintura plástica antihumedad de alta resistencia, transpirable y lavable, color blanco, sobre paramento de hormigón en el murete del andén. El trabajo incluye la limpieza previa de la superficie, eliminación de polvo, eflorescencias, aplicación de una capa de imprimación selladora acrílica para favorecer la adherencia y dos manos de pintura plástica antihumedad al silicato o acrílica reforzada, aplicada mediante rodillo o pistola en capas uniformes. Comprende protección de elementos adyacentes, andamiaje o medios auxiliares, herramientas, mano de obra cualificada y limpieza final. Acabado final continuo, uniforme y sin brillos, cumpliendo las especificaciones del fabricante y las exigencias del CTE DB-HS1 (protección frente a la humedad).

QUINCE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

12.01 **Ud** **Partida de gestión de residuos** **94.250,54**

Partida de gestión de residuos de acuerdo a lo expuesto en el correspondiente anejo.

NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD

13.01 **ud** **Partida de Seguridad y Salud** **106.626,46**

Medidas de Seguridad y Salud durante la obra, detalladas según mediciones y precios descritos en el Anejo correspondiente del proyecto, para cumplimiento del RD 1627/1997 relativo a las medidas de protección individual, colectivas, de extinción de incendios, eléctricas, instalaciones de higiene y bienestar, medicina preventiva y primeros auxilios y formación y reunión de obligado cumplimiento.

CIENTO SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS N.º 2

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

01.01 **ud** **Desmontaje de farolas**

Desmontaje completo de farola existente, incluyendo luminaria, brazo, báculo, base de anclaje, caja de conexión, cableado hasta arqueta, y elementos de fijación. Comprende desconexión eléctrica, desmontaje manual o mecánico, retirada y carga para transporte, gestión de residuos y acopio de elementos aprovechables. Incluye medios auxiliares, herramientas, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución conforme al R.E.B.T. e instrucciones de la Dirección Facultativa.

Mano de obra		10,80
Maquinaria		11,69
Suma la partida		22,49
Costes indirectos	6,00%	1,35
TOTAL PARTIDA		**23,84**

01.02 **ud** **Desmontaje de marquesina metálica andén**

Desmontaje completo de marquesina metálica ligera, compuesta por estructura metálica y cubierta. Comprende el desmontaje mediante grúa, retirada de luminarias, desmontaje de anclajes o placas de fijación, carga, transporte y gestión de residuos o acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, grúa si es necesaria y medidas de seguridad conforme al R.D. 1627/1997 y normativa vigente.

Mano de obra		96,64
Maquinaria		175,32
Suma la partida		271,96
Costes indirectos	6,00%	16,32
TOTAL PARTIDA		**288,28**

01.03 **ud** **Desmontaje de bancos**

Retirada completa de banco anclado sobre pavimento de hormigón, incluyendo desmontaje de asiento, respaldo y apoyos metálicos o de fundición, desatornillado o corte de anclajes mecánicos, limpieza del pavimento y recuperación del banco para su posible reutilización. Comprende la carga, transporte y acopio del material en zona indicada por la Dirección Facultativa para su posterior reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, protección del pavimento existente y medidas de seguridad necesarias conforme al R.D. 1627/1997.

Mano de obra		7,27
Maquinaria		3,74
Suma la partida		11,01
Costes indirectos	6,00%	0,66
TOTAL PARTIDA		**11,67**

01.04 **m²** **Desmontaje de estructura metálica edificio de control**

Desmontaje completo de edificio prefabricado/modular de estructura metálica ligera, con cerramientos y cubierta tipo panel, carpinterías metálicas/aluminio, pavimentos y acabados interiores, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo desatornillado o corte de uniones, retirada ordenada de paneles de fachada y cubierta, levantado de carpinterías, puertas, vidrios, falsos techos y luminarias, desconexión y desmontaje de instalaciones interiores, y retirada de tornillería y anclajes a losa. Comprende carga manual sobre camión/contenedor, transporte y gestión en gestor autorizado de los residuos no reutilizables, así como acopio de elementos recuperables. Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares, herramientas, grúa o elevador si fuera necesario, señalización, seguridad y limpieza final, dejando la zona libre y en condiciones para posteriores trabajos.

Mano de obra		58,54
Maquinaria		29,22
Resto de obra y materiales		2,63

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		90,39
		Costes indirectos	6,00%	5,42
		TOTAL PARTIDA		**95,81**

01.05 **m** **Levantado de barandilla metálica de 100 cm**

Levantado con medios manuales y equipo de oxicorte de barandilla metálica recta de aproximadamente 1,00 m de altura, incluyendo el corte o desmontaje de anclajes, retirada de los elementos metálicos, carga manual sobre camión y gestión de residuos. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias.

Mano de obra		9,43
Maquinaria		2,21
Resto de obra y materiales		0,35
Suma la partida		11,99
Costes indirectos	6,00%	0,72
TOTAL PARTIDA		**12,71**

01.06 **m** **Desmontaje de cierre metálico**

Desmontaje completo de cierre metálico existente, con postes metálicos, pletinas, tornillería y anclajes sobre zapata o murete de hormigón. Comprende el corte o desatornillado de los elementos, extracción de postes y anclajes, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Mano de obra		4,86
Maquinaria		2,92
Resto de obra y materiales		0,23
Suma la partida		8,01
Costes indirectos	6,00%	0,48
TOTAL PARTIDA		**8,49**

01.07 **ud** **Desmontaje de torre de media tensión**

Desmontaje completo de torre metálica de línea de media tensión, incluyendo estructura soporte, crucetas, aisladores, herrajes, conductores, elementos de puesta a tierra y anclajes. Comprende la desconexión previa de la línea por empresa autorizada, desmontaje manual o mecánico de los elementos estructurales, corte o retirada de cimentaciones superficiales si existen, acopio y carga de materiales reutilizables, retirada de residuos y transporte a gestor autorizado. Incluye medios auxiliares, grúa, herramientas, mano de obra especializada y medidas de seguridad según Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RD 223/2008), R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctrico y normativa aplicable.

Mano de obra		582,91
Maquinaria		1.620,00
Suma la partida		2.202,91
Costes indirectos	6,00%	132,17
TOTAL PARTIDA		**2.335,08**

01.08 **ud** **Desmontaje de señalización**

Retirada completa de elementos de señalización vertical, informativa o direccionales existentes, incluyendo carteles, placas, paneles, mástiles, anclajes y cimentaciones superficiales si las hubiera. Comprende el desmontaje mecánico, desconexión eléctrica en caso de señalización iluminada, acopio y transporte de los elementos aprovechables, retirada y gestión de residuos conforme a la normativa vigente. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias según indicaciones de la Dirección Facultativa.

Mano de obra		18,18
Maquinaria		9,26
Suma la partida		27,44

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos 6,00%		1,65
		TOTAL PARTIDA.....		**29,09**
01.09	**ud**	**Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco**		
		Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos, y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.		
		Mano de obra.....		51,93
		Maquinaria		27,96
		Resto de obra y materiales.....		2,40
		Suma la partida.....		82,29
		Costes indirectos 6,00%		4,94
		TOTAL PARTIDA.....		**87,23**
01.10	**PA**	**Retirada servicios existentes**		
		Retirada y desmantelamiento de los servicios existentes en el ámbito de actuación, incluyendo todas las canalizaciones, arquetas, cableados, acometidas eléctricas y redes enterradas en desuso o que interfieran con las nuevas obras. Comprende el desmontaje y retirada manual o mecánica de canalizaciones, arquetas, cuadros eléctricos y cimentaciones, corte y desconexión segura de líneas activas, separación y clasificación de materiales, carga, transporte y gestión de residuos a vertedero o gestor autorizado, así como el saneo, relleno, compactación y limpieza final del terreno. Incluye replanteo, medios auxiliares, señalización, vallado, medidas de seguridad, control de riesgos eléctricos, herramientas, y dirección y supervisión de los trabajos, dejando la zona completamente despejada y en condiciones para la ejecución de las nuevas instalaciones.		
		Resto de obra y materiales.....		5.000,00
		Suma la partida.....		5.000,00
		Costes indirectos 6,00%		300,00
		TOTAL PARTIDA.....		**5.300,00**

CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES

02.01	**m**	**Demolición de bordillo de hormigón**		
		Demolición de bordillo de hormigón asentado sobre base de hormigón, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo el levantado, rotura del mortero de agarre, limpieza de la zona, carga manual sobre camión o contenedor. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.		
		Mano de obra.....		2,58
		Maquinaria		1,09
		Resto de obra y materiales.....		0,11
		Suma la partida.....		3,78
		Costes indirectos 6,00%		0,23
		TOTAL PARTIDA.....		**4,01**
02.02	**m²**	**Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico**		
		Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, mediante retroexcavadora equipada con martillo rompedor, incluyendo el corte, levantado y fragmentado del firme, carga mecánica sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye maquinaria, mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, así como la limpieza final de la superficie.		
		Mano de obra.....		3,64
		Maquinaria		4,76

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Resto de obra y materiales.....		0,25
		Suma la partida.....		8,65
		Costes indirectos	6,00%	0,52
		TOTAL PARTIDA.....		**9,17**
02.03	**m²**	**Demolición de pavimento tipo panot**		
		Demolición de pavimento de baldosas y/o losetas de hormigón tipo panot, mediante martillo neumático, incluyendo el levantado, rotura de las piezas y de la capa de asiento, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.		
		Mano de obra.....		2,91
		Maquinaria		1,10
		Resto de obra y materiales.....		0,12
		Suma la partida.....		4,13
		Costes indirectos	6,00%	0,25
		TOTAL PARTIDA.....		**4,38**
02.04	**m²**	**Demolición de pavimento continuo de hormigón armado**		
		Demolición de pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, mediante martillo neumático y equipo de oxicorte para el corte de armaduras, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo la fragmentación, limpieza, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.		
		Mano de obra.....		17,46
		Maquinaria		3,03
		Resto de obra y materiales.....		0,62
		Suma la partida.....		21,11
		Costes indirectos	6,00%	1,27
		TOTAL PARTIDA.....		**22,38**
02.05	**ud**	**Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta**		
		Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta, incluyendo la desconexión y retirada de líneas eléctricas, desmontaje de envolvente metálica o de poliéster, anclajes, base de apoyo y elementos interiores. Comprende la carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para su posible reutilización. Incluye mano de obra cualificada, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad sobre riesgo eléctrico y normativa vigente.		
		Mano de obra.....		40,36
		Maquinaria		23,38
		Resto de obra y materiales.....		1,91
		Suma la partida.....		65,65
		Costes indirectos	6,00%	3,94
		TOTAL PARTIDA.....		**69,59**
02.06	**m²**	**Demolición cubierta de edificio existente**		
		Desmontaje completo de cubierta inclinada de teja existente, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo la retirada ordenada de las tejas, rastreles, tablero o elementos de apoyo, hasta dejar el plano del forjado estructural limpio y nivelado. La operación comprende igualmente la demolición de los aleros perimetrales de la cubierta, ejecutada con picas eléctricas o martillo ligero, garantizando la continuidad del plano estructural y evitando daños en los elementos contiguos. Se incluyen todos los medios auxiliares necesarios, así como el barrido y limpieza final del área de trabajo, dejando la cubierta completamente despejada, segura y lista para la posterior ejecución de la nueva impermeabilización de cubierta. La unidad comprende mano de obra especializada, herramientas, medios mecánicos ligeros, protección de elementos contiguos y ve-		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

rificación final de limpieza y seguridad, conforme a las exigencias del CTE DB-SG, DB-SI y DB-SUA.

Mano de obra		27,40
Maquinaria		4,63
Resto de obra y materiales		0,96
Suma la partida		32,99
Costes indirectos	6,00%	1,98
TOTAL PARTIDA		**34,97**

CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA

03.01 **m²** **Desbroce y limpieza del terreno con arbustos y tocones, hasta un**

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínimo 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Mano de obra		0,91
Maquinaria		0,86
Resto de obra y materiales		0,05
Suma la partida		1,82
Costes indirectos	6,00%	0,11
TOTAL PARTIDA		**1,93**

03.02 **m³** **Desmonte de terreno**

Desmonte de terreno natural de arcilla semidura mediante medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de proyecto, incluyendo el arranque, carga, así como la carga de los materiales extraídos sobre camión o acopio lateral. En caso de afloramiento de nivel freático o presencia de aguas de infiltración, se incluye la colocación puntual de bomba de achique, con canalización provisional y evacuación del agua fuera del recinto de excavación, garantizando la estabilidad y sequedad del fondo durante la ejecución. Comprende la mano de obra, maquinaria, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo las operaciones de replanteo, control de cotas y limpieza final del fondo de excavación. El material sobrante según indique la dirección facultativa.

Mano de obra		0,89
Maquinaria		4,88
Resto de obra y materiales		0,17
Suma la partida		5,94
Costes indirectos	6,00%	0,36
TOTAL PARTIDA		**6,30**

03.03 **m³** **Terraplenado de terreno**

Terraplenado mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material procedente de la propia excavación, su humectación o desecación si es necesaria y compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3 y hasta conseguir la cota de subrasante prevista en el proyecto. Incluye maquinaria, mano de obra, control de compactación, riegos, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Mano de obra		1,93
Maquinaria		18,39
Suma la partida		20,32
Costes indirectos	6,00%	1,22

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**21,54**
03.04	**m²**	**Refino y planeo de una excavación**		
		Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.		
		Mano de obra		0,20
		Resto de obra y materiales		0,72
		Suma la partida		0,92
		Costes indirectos	6,00%	0,06
		TOTAL PARTIDA		**0,98**
03.05	**m³**	**Excavación balsa**		
		Excavación de tierras para formación de balsa en arcilla semidura, ejecutada por medios mecánicos (excavadora y apoyo de carga), conforme a las rasantes, taludes y geometría del proyecto, con perfilado y saneo del fondo y taludes, gestión de aguas (achiques menores) y retirada de materiales inadecuados.		
		Mano de obra		0,89
		Maquinaria		4,96
		Resto de obra y materiales		0,18
		Suma la partida		6,03
		Costes indirectos	6,00%	0,36
		TOTAL PARTIDA		**6,39**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN

SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE SOLAR

04.01.01 **Camino de zahorra artificial ZA-25 de 20**

Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.

Mano de obra		4,80
Maquinaria		11,65
Resto de obra y materiales		4,35
Suma la partida		20,80
Costes indirectos	6,00%	1,25
TOTAL PARTIDA		**22,05**

SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION APARCAMIENTO

04.02.01 **m²** **Geotextil no tejido de polipropileno 150 g/m²**

Suministro y colocación de geotextil no tejido de polipropileno de 150 g/m², con funciones de separación y filtración, dispuesto directamente sobre el terreno natural regularizado y compactado, actuando como capa separadora entre la explanada y la subbase granular. La colocación se realizará en bandas continuas, con solapes mínimos de 30 cm, tensado manual, sin pliegues, y con remontes laterales hasta la cota superior de la subbase. Incluye suministro, transporte, extendido, solapes, recortes, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución.

Mano de obra		0,20
Resto de obra y materiales		1,14
Suma la partida		1,34
Costes indirectos	6,00%	0,08
TOTAL PARTIDA		**1,42**

04.02.02 **m³** **Subbase de grava machacada 4/20 mm**

Ejecución de subbase de grava machacada 4/20 mm, con un espesor total de 30 cm, extendida en tongadas de 10–15 cm, humedecida si es necesario y compactada mecánicamente hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación, humectación, compactación con rodillo vibrante o bandeja mecánica, control de densidad y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Mano de obra		1,11
Maquinaria		1,30
Resto de obra y materiales		16,55
Suma la partida		18,96
Costes indirectos	6,00%	1,14
TOTAL PARTIDA		**20,10**

04.02.03 **m³** **Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm**

Ejecución de capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm, con un espesor de 5 cm, extendida sobre la subbase previamente compactada, nivelada y limpia, formando una base regular para la colocación del adoquín microporoso. La gravilla será de árido silíceo o calizo duro, lavada, exenta de finos, polvo y materia orgánica, garantizando la permeabilidad y estabilidad del pavimento. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación y planeo final, así como la mano de obra, herramientas y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los tra-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		bajos.		
		Mano de obra		1,70
		Resto de obra y materiales		56,70
		Suma la partida		58,40
		Costes indirectos	6,00%	3,50
		TOTAL PARTIDA		**61,90**
04.02.04	**m²**	**Pavimento adoquinado bicapa**		
		Suministro y colocación de adoquín microporoso de hormigón prefabricado, formato 15×15×10 cm, con separadores laterales de 3 mm. El material dispondrá de una estructura microporosa continua, con capacidad de infiltración certificada = 2.624 mm/h, equivalente a un caudal de 7.290 l/(s·ha). Resistencia mínima a compresión: 50 N/mm²; resistencia a flexotracción = 5 N/mm². Coeficiente de permeabilidad y durabilidad conforme a la norma UNE-EN 1338 para adoquines de hormigón. Incluye suministro de adoquines, transporte, colocación, rejuntado, compactación superficial con placa vibrante de goma, limpieza final, medios auxiliares, control de nivelación y todas las medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución.		
		Mano de obra		6,06
		Maquinaria		0,80
		Resto de obra y materiales		46,56
		Suma la partida		53,42
		Costes indirectos	6,00%	3,21
		TOTAL PARTIDA		**56,63**
04.02.05	**m²**	**Hormigón drenante**		
		Ejecución de pavimento de hormigón drenante de 10 cm de espesor, colocado sobre la subbase previamente compactada y regularizada, con resistencia característica fck = 25 MPa, porosidad efectiva 15–25 %, densidad 1.700–1.900 kg/m³. El hormigón se fabricará con árido grueso de granulometría controlada (4/12 mm), contenido reducido de finos y aditivos plastificantes para mantener la trabajabilidad sin pérdida de porosidad. La puesta en obra se realizará con extendedora, sin vibrado intenso, acabado superficial con rodillo. Incluye suministro del material, extendido, planeo, curado, juntas de retracción, limpieza final, control de calidad y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.		
		Mano de obra		3,22
		Maquinaria		1,27
		Resto de obra y materiales		18,65
		Suma la partida		23,14
		Costes indirectos	6,00%	1,39
		TOTAL PARTIDA		**24,53**
04.02.06	**m²**	**Base de zahorra artificial 0/32 e=20 cm**		
		Capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC “Secciones de firme” (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.		
		Mano de obra		4,80
		Maquinaria		11,65
		Resto de obra y materiales		4,35
		Suma la partida		20,80
		Costes indirectos	6,00%	1,25
		TOTAL PARTIDA		**22,05**
04.02.07	**m²**	**Solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor**		
		Ejecución losa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acceso aparcamiento, so-		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

bre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.

Mano de obra		3,22
Maquinaria		1,27
Resto de obra y materiales		15,06
Suma la partida		19,55
Costes indirectos	6,00%	1,17
TOTAL PARTIDA		**20,72**

04.02.08 **m²** **Rampa prefabricada de hormigón para paso peatonal**

Suministro y colocación de rampa prefabricada de hormigón armado de 10cm de espesor para paso peatonal, compuesta de losas modulares de hormigón prefabricado, adecuadas para tránsito peatonal, ancladas y asentadas sobre base nivelada. La rampa incluirá: acabado antideslizante, pendiente conforme a normativa de accesibilidad y remate con el pavimento de adoquín. Se incluye el transporte al punto de obra, montaje sobre base, nivelación, unión entre módulos, juntas de dilatación y limpieza final. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias. Condiciones específicas: Los módulos prefabricados serán de hormigón HA-25/B/20 (o equivalente) con acabado antideslizante Clase C, inclinación = 8 % o según normativa de accesibilidad local, y anchura mínima según proyecto.

Mano de obra		8,08
Maquinaria		49,36
Resto de obra y materiales		78,97
Suma la partida		136,41
Costes indirectos	6,00%	8,18
TOTAL PARTIDA		**144,59**

SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL

04.03.01 **m²** **Baldosa prefabricada de hormigón 40×20×5 cm, tipo rugoso antides**

Suministro y colocación de pavimento de baldosas prefabricadas de hormigón de 40×20×5 cm, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y rejuntadas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor debidamente nivelada. Incluye el suministro de materiales, preparación de la superficie de apoyo, extendido del mortero, colocación, alineación y nivelación de las baldosas, rejuntado, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución. Cumplirá lo especificado en el artículo 691 del PG-3, y en la Norma UNE-EN 1339 para losas de hormigón para pavimentación.

Mano de obra		6,14
Resto de obra y materiales		12,85
Suma la partida		18,99
Costes indirectos	6,00%	1,14
TOTAL PARTIDA		**20,13**

04.03.02 **m²** **Solera de hormigón HM-20 para zona peatonal**

Ejecución de pavimento de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acerado, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.

Mano de obra		3,22

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Maquinaria		1,27
		Resto de obra y materiales		15,06
		Suma la partida		19,55
		Costes indirectos	6,00%	1,17
		TOTAL PARTIDA		**20,72**
04.03.03	**m²**	**Base de zahorra artificial 0/32 acera e=20 cm**		
		Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.		
		Mano de obra		4,80
		Maquinaria		11,65
		Resto de obra y materiales		4,35
		Suma la partida		20,80
		Costes indirectos	6,00%	1,25
		TOTAL PARTIDA		**22,05**
04.03.04	**m**	**Bordillo - tipo recto 15x25cm C5**		
		Suministro y colocación de bordillo recto de hormigón, monocapa, sección 15×25 cm, clase C5, con clase climática B (absorción = 6 %), clase resistente a la abrasión H (huella = 23 mm) y clase resistente a flexión S (R = 3,5 N/mm²), conforme a UNE-EN 1340 y UNE 127340. Colocado sobre base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo. Rejuntado (junta = 5 mm) con mortero M-5 industrial. Incluye p.p. de topes/contrafuertes al dorso y lado calzada, alineación, nivelación, replanteo, cortes y piezas especiales, limpieza final y medios auxiliares necesarios.		
		Mano de obra		12,61
		Resto de obra y materiales		11,29
		Suma la partida		23,90
		Costes indirectos	6,00%	1,43
		TOTAL PARTIDA		**25,33**
04.03.05	**m**	**Bordillo tipo jardinera, enrasado con el pavimento 20x8**		
		Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón tipo jardinera, de 20×8 cm de sección, enrasado con el pavimento de adoquín adyacente, para delimitación de zonas ajardinadas o isletas. Las piezas serán de resistencia característica = 35 MPa, absorción = 6 %, y acabado liso o biselado superior, conforme a la norma UNE-EN 1340. La colocación se realizará sobre cama de mortero M-5 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada y alineada, con relleno lateral de mortero o arena estabilizada según la unión con el pavimento contiguo. El bordillo se dispondrá enrasado con el pavimento adoquinado, garantizando la continuidad superficial sin resaltes y respetando las pendientes de drenaje del proyecto. Incluye el suministro, corte y ajuste de piezas, nivelación, rejuntado de juntas (= 5 mm), compactación de rellenos laterales, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.		
		Mano de obra		8,42
		Resto de obra y materiales		12,45
		Suma la partida		20,87
		Costes indirectos	6,00%	1,25
		TOTAL PARTIDA		**22,12**
04.03.06	**m²**	**Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris**		
		Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.

Mano de obra		19,17
Resto de obra y materiales		48,41
Suma la partida		67,58
Costes indirectos	6,00%	4,05
TOTAL PARTIDA		**71,63**

04.03.07 **m²** **Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color rojo**

Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color rojo, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, formada por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido y totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.

Mano de obra		19,17
Resto de obra y materiales		43,23
Suma la partida		62,40
Costes indirectos	6,00%	3,74
TOTAL PARTIDA		**66,14**

04.03.08 **m²** **Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco**

Suministro y colocación de pavimento cerámico acanalado direccional, de 30×30×1,5 cm, color blanco, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá como franja de guiado longitudinal para orientación de personas con discapacidad visual, en recorridos accesibles de andenes, pasos o zonas de tránsito, garantizando la alineación continua de las acanaladuras y su correcta orientación en el sentido de la marcha. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las baldosas se recibirán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con juntas selladas con mortero hidráulico, asegurando la continuidad funcional y estética del pavimento. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado, funcional y terminado.

Mano de obra		19,17
Resto de obra y materiales		40,95

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		60,12
		Costes indirectos	6,00%	3,61
		TOTAL PARTIDA		**63,73**
04.03.09	**m²**	**Baldosa antideslizante 40x40 cm color gris**		
		Ejecución de pavimento de losas prefabricadas de hormigón de 40×40×5 cm, color gris natural, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y selladas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor, nivelado y regleado. Debajo del mortero se dispondrá lámina impermeabilizante bicapa de betún modificado SBS, adherida al soporte de hormigón del andén mediante imprimación bituminosa previa, con solapes mínimos de 8 cm y refuerzos en encuentros. Incluye el suministro de materiales, preparación y limpieza del soporte, imprimación, colocación de la impermeabilización, formación de capa de mortero, colocación, ajuste y rejuntado de las losas, limpieza final, control de calidad y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución. Conforme a lo establecido en el PG-3 (artículos 542 y 691), y a las normas UNE-EN 1339 (losas de hormigón para pavimentación) y UNE-EN 13707 (láminas bituminosas para impermeabilización).		
		Mano de obra		19,17
		Resto de obra y materiales		39,99
		Suma la partida		59,16
		Costes indirectos	6,00%	3,55
		TOTAL PARTIDA		**62,71**
04.03.010	**m²**	**Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm**		
		Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color gris, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.		
		Mano de obra		19,17
		Resto de obra y materiales		43,23
		Suma la partida		62,40
		Costes indirectos	6,00%	3,74
		TOTAL PARTIDA		**66,14**
04.03.11	**m²**	**Baldosacon acanaladuras 60x40 cm color gris**		
		Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.		
		Mano de obra		19,17
		Resto de obra y materiales		48,41
		Suma la partida		67,58
		Costes indirectos	6,00%	4,05

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA..... 71,63

SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

DDHDJHT **m²** **Pavimento asfáltico para tráfico pesado T2 incluso base**

Formación de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada tipo E1, compuesto por: capa granular de 40 cm de espesor de zahorra artificial ZA-25, con coeficiente de Los Ángeles = 30, adecuada para tráfico T2; riego de imprimación mediante aplicación de emulsión bituminosa tipo ECI; capa base de 15 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 30, filler calizo y betún asfáltico B 60/70; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa intermedia de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 BIM D, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 40/50; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B, según UNE-EN 13108-2, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 60/70. Ejecutado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» (Orden Circular 6/2022 del MITMA) y al Pliego PG-3.

Mano de obra.....		1,80
Maquinaria		6,13
Resto de obra y materiales.....		47,66
Suma la partida.....		55,59
Costes indirectos	6,00%	3,34
TOTAL PARTIDA.....		**58,93**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 05 INSTALACIONES

SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO

05.01.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		4,16
Maquinaria		20,82
Resto de obra y materiales		0,75
Suma la partida		25,73
Costes indirectos	6,00%	1,54
TOTAL PARTIDA		**27,27**

05.01.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Mano de obra		4,02
Maquinaria		3,33
Resto de obra y materiales		19,54
Suma la partida		26,89
Costes indirectos	6,00%	1,61
TOTAL PARTIDA		**28,50**

05.01.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Mano de obra		6,30
Maquinaria		11,05
Resto de obra y materiales		7,45
Suma la partida		24,80
Costes indirectos	6,00%	1,49
TOTAL PARTIDA		**26,29**

05.01.04 **ud** **Conexion y acometida agua potable**

Ejecución de nueva acometida de agua potable del edificio de complementario, con conexión a la red principal existente, incluyendo la realización de la conexión a la conducción general de abastecimiento, colocación de válvula de corte de bola Ø63 mm, contador general homologado, y todos los accesorios de unión, compresión y estanqueidad necesarios. Comprende asimismo la ejecución de arqueta de ladrillo macizo, con dimensiones interiores mínimas 0,38×0,38 m, enfoscada y pintada, provista de tapa y marco de acero inoxidable AISI 316L homologados, relleno y fijación al pavimento, y chapa identificativa en acero inoxidable para localización de válvula y contador. Incluye las demoliciones necesarias, restitución del pavimento afectado, remates, raseados, enlucidos, pruebas de estanqueidad y limpieza final, dejando la acometida completamente terminada, en servicio y conforme a las normas de la empresa de abastecimiento.

Mano de obra		41,50
Resto de obra y materiales		1.377,69

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		1.419,19
		Costes indirectos	6,00%	85,15
		TOTAL PARTIDA		**1.504,34**

05.01.05 **ud** **Arqueta de registro de 40x40**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.

Mano de obra		69,63
Maquinaria		18,84
Resto de obra y materiales		292,94
Suma la partida		381,41
Costes indirectos	6,00%	22,88
TOTAL PARTIDA		**404,29**

05.01.06 **m** **Tuberia PE Ø63mm**

Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas de color azul, de 63 mm de diámetro exterior y 3,8 mm de espesor, SDR17, PN=10 atm, enterrada.

Resto de obra y materiales		8,24
Suma la partida		8,24
Costes indirectos	6,00%	0,49
TOTAL PARTIDA		**8,73**

SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO

05.02.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		4,16
Maquinaria		20,82
Resto de obra y materiales		0,75
Suma la partida		25,73
Costes indirectos	6,00%	1,54
TOTAL PARTIDA		**27,27**

05.02.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Mano de obra		4,02
Maquinaria		3,33
Resto de obra y materiales		19,54
Suma la partida		26,89
Costes indirectos	6,00%	1,61

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**28,50**
05.02.03	**m³**	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**		
		Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.		
		Mano de obra		6,30
		Maquinaria		11,05
		Resto de obra y materiales		7,45
		Suma la partida		24,80
		Costes indirectos	6,00%	1,49
		TOTAL PARTIDA		**26,29**
05.02.04	**ml**	**Colector hormigón armado Ø400mm**		
		Suministro y colocación de tubería de hormigón armado DN 400 mm para saneamiento sin presión, fabricada con cemento SR (resistente a sulfatos) y clase 90, con marcado CE conforme a UNE-EN 1916 y UNE 127917.Unión macho-hembra con junta elastomérica de caucho estanco (EPDM o NBR) según UNE-EN 681-1, garantizando la estanqueidad de la conducción. Incluye transporte, manipulación, alineación, nivelación, montaje y unión de tubos en zanja, así como la colocación de piezas especiales (manguitos, reducciones y derivaciones), limpieza interior, taponado de extremos durante el montaje y pruebas de estanqueidad conforme a UNE-EN 1610.No incluye excavación, cama de asiento ni rellenos, que se miden en partidas independientes. Tubería apta para instalación en terrenos con agresividad química (presencia de sulfatos). Totalmente instalado y probado.		
		Mano de obra		7,79
		Maquinaria		5,84
		Resto de obra y materiales		95,22
		Suma la partida		108,85
		Costes indirectos	6,00%	6,53
		TOTAL PARTIDA		**115,38**
05.02.05	**m**	**Tubería PVC corrugado Ø200mm**		
		Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.		
		Mano de obra		6,08
		Maquinaria		1,95
		Resto de obra y materiales		54,48
		Suma la partida		62,51
		Costes indirectos	6,00%	3,75
		TOTAL PARTIDA		**66,26**
05.02.06	**m**	**Tubería PVC corrugado Ø110mm**		
		Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 110 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.		
		Mano de obra		5,44
		Maquinaria		1,52
		Resto de obra y materiales		35,89
		Suma la partida		42,85
		Costes indirectos	6,00%	2,57

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**45,42**
05.02.07	**ud**	**Pozo de registro de ladrillo de 1 m de diámetro y 1,6 m de profu**		
		Mano de obra		390,84
		Resto de obra y materiales		790,80
		Suma la partida		1.181,64
		Costes indirectos	6,00%	70,90
		TOTAL PARTIDA		**1.252,54**

SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES

05.03.01 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		4,16
Maquinaria		20,82
Resto de obra y materiales		0,75
Suma la partida		25,73
Costes indirectos	6,00%	1,54
TOTAL PARTIDA		**27,27**

05.03.02 **m³** **Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**

Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Mano de obra		4,02
Maquinaria		3,33
Resto de obra y materiales		19,54
Suma la partida		26,89
Costes indirectos	6,00%	1,61
TOTAL PARTIDA		**28,50**

05.03.03 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Mano de obra		6,30
Maquinaria		11,05
Resto de obra y materiales		7,45
Suma la partida		24,80
Costes indirectos	6,00%	1,49
TOTAL PARTIDA		**26,29**

05.03.04 **ml** **Colector PVC corrugada Ø200mm**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.

Mano de obra		6,08
Maquinaria		1,95

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Resto de obra y materiales.....		54,48
		Suma la partida.....		62,51
		Costes indirectos	6,00%	3,75
		TOTAL PARTIDA.....		**66,26**
05.03.05	**ml**	**Colector PVC corrugada Ø315mm**		
		Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.		
		Mano de obra.....		6,08
		Maquinaria		1,95
		Resto de obra y materiales.....		67,61
		Suma la partida.....		75,64
		Costes indirectos	6,00%	4,54
		TOTAL PARTIDA.....		**80,18**
05.03.06	**ml**	**Colector PVC corrugado drenante Ø600mm**		
		Suministro y colocación de tubería de PVC corrugado perforado DN 600 mm, doble pared, interior liso y exterior corrugado, clase SN8, con marcado CE según UNE-EN 13476-3, unida mediante manguito y junta elastomérica EPDM según UNE-EN 681-1. Incluye transporte, manipulación, alineación, unión y montaje en zanja, y limpieza interior. Totalmente instalado y operativo.		
		Mano de obra.....		4,95
		Maquinaria		2,47
		Resto de obra y materiales.....		140,56
		Suma la partida.....		147,98
		Costes indirectos	6,00%	8,88
		TOTAL PARTIDA.....		**156,86**
05.03.07	**ud**	**Imbornal prefabricado de hormigón, de 50x30x60 cm.**		
		Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 50x30x60 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y sin incluir la excavación.		
		Mano de obra.....		21,12
		Resto de obra y materiales.....		100,13
		Suma la partida.....		121,25
		Costes indirectos	6,00%	7,28
		TOTAL PARTIDA.....		**128,53**
05.03.08	**ud**	**Pozo de registro pluviales**		
		Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, hasta 1,6 de profundidad útil, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.		
		Mano de obra.....		332,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Resto de obra y materiales.....		789,03
		Suma la partida.....		1.121,03
		Costes indirectos	6,00%	67,26
		TOTAL PARTIDA.....		**1.188,29**
05.03.09	**m³**	**Relleno/colmatación de balsa con RCD inertes limpios valorizados**		
		Mano de obra.....		2,08
		Maquinaria		6,59
		Resto de obra y materiales.....		13,00
		Suma la partida.....		21,67
		Costes indirectos	6,00%	1,30
		TOTAL PARTIDA.....		**22,97**

SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA

APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA TENSIÓN

SDVVS **PA** **Paso de vías**

Ejecución del paso de instalaciones por debajo de la vías, incluye excavación de zanja, colocación de 6 tubos de 200mm, la intalación de la tubería debajo de la infraestructura ferroviaria existente y el posterior relleno de hormigón, todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

Resto de obra y materiales.....			4.000,00
Suma la partida.....			4.000,00
Costes indirectos	6,00%		240,00
TOTAL PARTIDA.....			**4.240,00**

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra.....			4,44
Maquinaria			16,31
Resto de obra y materiales.....			0,62
Suma la partida.....			21,37
Costes indirectos	6,00%		1,28
TOTAL PARTIDA.....			**22,65**

WFWFE **m³** **Hormigón HM-20, para protección de conducciones**

Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.

Mano de obra.....			13,82
Maquinaria			21,50
Resto de obra y materiales.....			138,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		173,32
		Costes indirectos	6,00%	10,40
		TOTAL PARTIDA		**183,72**

SVSDVBBSB122 **m³** **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**

Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Mano de obra		6,30
Maquinaria		11,05
Resto de obra y materiales		7,45
Suma la partida		24,80
Costes indirectos	6,00%	1,49
TOTAL PARTIDA		**26,29**

EFGWEGWE114 **ud** **Arqueta prefabricada tipo A1**

Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.

Mano de obra		78,43
Resto de obra y materiales		217,28
Suma la partida		295,71
Costes indirectos	6,00%	17,74
TOTAL PARTIDA		**313,45**

SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS

SFM030102 **ud** **Cuadro inst. FV aparcamiento**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 k.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/400 A regulado a 380A de la marca Schneider modelo ComPact NSX400N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 1 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX160N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A de la marca Schneider
- 2 Ud. Int. Aut. IV/40 A de la marca Schneider
- 2 Ud. Int. Aut. IV/25 A de la marca Schneider

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

Mano de obra		484,32
Resto de obra y materiales		9.923,13
Suma la partida		10.407,45
Costes indirectos	6,00%	624,45
TOTAL PARTIDA		**11.031,90**

SFM030103 **ud** **Cuadro inst. FV planta**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

- 1 Ud. Int. Aut. IV/1000A IV MAster Pack MTZ1 Tipo H1 4 polos
- 1 Ud. Int. Aut. IV/630 A regulado a 350A de la marca Schneider modelo ComPact NSX630N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E
- 3 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX250N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

Mano de obra		645,76
Resto de obra y materiales		30.280,77
Suma la partida		30.926,53
Costes indirectos	6,00%	1.855,59
TOTAL PARTIDA		**32.782,12**

SFM030104 **ud** **Cuadro Servicios Estación**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/100A IV General
- 1 Ud. Int. Aut. IV/63 A 10kA Cafetería
- 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A 10kA Cargador vehículo eléctrico
- 1 Ud. Int. Aut. IV/32 A 10kA Alumbrados de estación
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		1.822,49
Suma la partida		2.145,37
Costes indirectos	6,00%	128,72
TOTAL PARTIDA		**2.274,09**

SFM030105 **ud** **Cuadro Recarga de vehículos eléctricos**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/63A IV General
- 1 Ud. Int. Aut. IV/40A 10kA Cargador
- 1 Ud. interruptor automatico diferencial 4/40A/300mA
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		1.513,49
Suma la partida		1.836,37

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos 6,00%		110,18
		TOTAL PARTIDA.....		**1.946,55**

SFM030106 **ud** **Cuadro de alumbrado de la estación**

Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfileria DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.

- 1 Ud. Int. Aut. IV/25A IV General
- 5 Ud. Int. Aut. IV/10 A 10kA L01, L02, L03. Anden 01 y Anden 02
- 5 Ud. interruptor automatico diferencial 4/25A/30mA
- 7 Ud. interruptor automatico diferencial 2/25A/30mA
- 1 Ud. interruptor automatico diferencial 2/40A/30mA
- 7 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (alumbrados)
- 1 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (Tomas sala)
- 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.

Mano de obra.....		322,88
Resto de obra y materiales.....		1.358,99
Suma la partida.....		1.681,87
Costes indirectos	6,00%	100,91
TOTAL PARTIDA.....		**1.782,78**

SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS

CAB240BT **m** **Línea de 4x240mm2 RZ1(S) Al 0.6/1kV, bajo tubo corrugado D.200m**

Suministro e instalación de red de BT, terna de cable XZ1 Al 0.6/1kV 4x1x240mm2, para instalación entubada, incluso conexionado de la red en armarios.

Mano de obra.....		2,42
Resto de obra y materiales.....		45,95
Suma la partida.....		48,37
Costes indirectos	6,00%	2,90
TOTAL PARTIDA.....		**51,27**

LGA50 **m** **Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**

Suministro e instalación de línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m

Mano de obra.....		2,02
Resto de obra y materiales.....		102,03
Suma la partida.....		104,05
Costes indirectos	6,00%	6,24
TOTAL PARTIDA.....		**110,29**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
1F5X25	**m**	**Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**		
		Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		60,60
		Suma la partida		61,82
		Costes indirectos	6,00%	3,71
		TOTAL PARTIDA		**65,53**
1F5X35	**m**	**Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**		
		Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		45,25
		Suma la partida		46,47
		Costes indirectos	6,00%	2,79
		TOTAL PARTIDA		**49,26**
1F5X10	**m**	**Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex**		
		Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		29,22
		Suma la partida		30,44
		Costes indirectos	6,00%	1,83
		TOTAL PARTIDA		**32,27**
LGA150	**m**	**Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**		
		Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.		
		Mano de obra		2,02
		Resto de obra y materiales		106,67
		Suma la partida		108,69
		Costes indirectos	6,00%	6,52
		TOTAL PARTIDA		**115,21**

SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM	**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**		
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.		
		Resto de obra y materiales		250,00
		Suma la partida		250,00
		Costes indirectos	6,00%	15,00
		TOTAL PARTIDA		**265,00**
PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**		
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.		
		Resto de obra y materiales		500,00
		Suma la partida		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA		**530,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN

SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA TENSIÓN

1228.95 **m** **Canalización media tensión**

Ejecución de zanja, profundidad de servicio ˜ 0,80–1,00 m y ancho de fondo 0,50 m (ajustable según nº de conductos), en terreno natural, con cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos PEAD corrugado doble pared SN8 (Ø160 mm) en paralelo con guía pasacables, relleno lateral con arena, capa de protección superior 10 cm, cinta de señalización con traza metálica a 30 cm sobre los tubos y relleno/compactación del resto con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, achiques puntuales, manejo y alineación de conductos, ensamble con manguitos/juntas, compactación por tongadas y limpieza final. (No incluye reposición de firmes/pavimentos).

Mano de obra		6,06
Maquinaria		4,69
Resto de obra y materiales		43,07
Suma la partida		53,82
Costes indirectos	6,00%	3,23
TOTAL PARTIDA		**57,05**

ARQ120X60 **ud** **Pozos de registro**

Suministro y colocación de arqueta prefabricada de hormigón 80×80×80 cm con marco y tapa clase B125/C250 imbornales para tubos Ø160, solera de limpieza, cama de mortero y sellado de pasos con manguitos estancos. Incluye replanteo, excavación local, asiento, nivelación, conexiones a conductos, relleno/compactación perimetral y limpieza final.

Mano de obra		40,36
Resto de obra y materiales		376,52
Suma la partida		416,88
Costes indirectos	6,00%	25,01
TOTAL PARTIDA		**441,89**

DFBDFBFB **PA** **Recrecido arquetan andén**

Adecuación de arqueta de media tensión situada bajo la futura ampliación del andén, consistente en la preparación y ejecución del registro para su integración en la nueva estructura, mediante recrecido de la arqueta hasta la cota prevista del pavimento e instalación de los elementos necesarios para la ejecución de la arqueta hasta la cota de coronación del andén. Incluye el replanteo y protección de la línea de MT, apertura y limpieza del entorno, ejecución del recrecido con hormigón, colocación de pates homologados, sellado de pasos de conductos, drenaje de fondo si procede y ejecución del refuerzo perimetral de la arqueta con barras B500S Ø12 y hormigón HA-30. Comprende todos los materiales, medios auxiliares, herramientas y trabajos necesarios para dejar la arqueta de registro ejecutada y enrasada en la coronación del andén, lista para su integración final.

Resto de obra y materiales		1.750,00
Suma la partida		1.750,00
Costes indirectos	6,00%	105,00
TOTAL PARTIDA		**1.855,00**

SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR

SFM 04 01 **ud** **Suministro e intalación Tansformador de potencia 630kVA**

Suministro e instalación de transformador trifásico de distribución, seco encapsulado de 630kVA, incluye desmontaje y retirada de transformador existente.

El transformador de 630kVA de distribución seco, de las siguiente caracteríticas:

Potencia asiganada	630kVA
Tensión asiganda primario	15.4kV

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Tensión asignada secundaria (Ur)	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas de vacio Po	990 (W)
Pérdidas en carga Pk	6.350 (W)
Nivel de potencia acústica LwA	51 dB
Dimesiones	
Largo	1725mm
Ancho	820mm
Alto	1630mm
Peso total	1970 kg

El transformador deberá estar diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Cominisón Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier2) válidos para los mercados de la unión europea.

Totalmente montado y funcionando

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		26.789,69
Suma la partida		27.112,57
Costes indirectos	6,00%	1.626,75
TOTAL PARTIDA		**28.739,32**

APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

Mano de obra		1,22
Resto de obra y materiales		60,60
Suma la partida		61,82
Costes indirectos	6,00%	3,71
TOTAL PARTIDA		**65,53**

REEVHE **ud** **Poste de recarga ext. marca CIRCUTOR modelo URBAN T22-C2 Gen3**

Suministro e instalación de poste de recarga exterior de la marca CIRCUTOR modelo URBAN T 22-C2 Gen 3 o similar,con las siguientes características:

- Comunicación Ethernet/Wi Fi
- Tipo de salida: 400 Vca-32 A -22 kW
- Corriente de entrada 67 A
- Tipo de conector: Cable Tipo 2
- Tipo de red: Trifásica
- Modo de recarga: 3
- Nº de tomas: 2
- Proptección diferencial: tipo A.

Debera ir equipado con:

- Puertas antivandálicas para tomas Tipo 2
- Protección diferencial Tipo A con reconexión automática.
- Protector contra sobretensiones transitoria IEC 61643-1 Clase II.

Mano de obra		48,44
Resto de obra y materiales		4.749,75
Suma la partida		4.798,19
Costes indirectos	6,00%	287,89
TOTAL PARTIDA		**5.086,08**

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.			
		Resto de obra y materiales			250,00
		Suma la partida			250,00
		Costes indirectos		6,00%	15,00
		TOTAL PARTIDA			**265,00**
PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.			
		Resto de obra y materiales			500,00
		Suma la partida			500,00
		Costes indirectos		6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA			**530,00**
WFWFE	**m³**	**Hormigón HM-20, para protección de conducciones**			
		Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.			
		Mano de obra			13,82
		Maquinaria			21,50
		Resto de obra y materiales			138,00
		Suma la partida			173,32
		Costes indirectos		6,00%	10,40
		TOTAL PARTIDA			**183,72**
SVSDVBBSB122	**m³**	**Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
		Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.			
		Mano de obra			6,30
		Maquinaria			11,05
		Resto de obra y materiales			7,45
		Suma la partida			24,80
		Costes indirectos		6,00%	1,49
		TOTAL PARTIDA			**26,29**
EFEEFWEF12	**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
		Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		Mano de obra			4,44
		Maquinaria			16,31
		Resto de obra y materiales			0,62
		Suma la partida			21,37
		Costes indirectos		6,00%	1,28

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**22,65**
REGERGHEH	**m**	**Canalización subterránea de protección del cableado VE**		
		Canalización subterránea de protección del cableado de recarga de vehículos eléctricos formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.		
		Mano de obra		1,21
		Resto de obra y materiales		4,39
		Suma la partida		5,60
		Costes indirectos	6,00%	0,34
		TOTAL PARTIDA		**5,94**
EFGWEGWE114	**ud**	**Arqueta prefabricada tipo A1**		
		Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.		
		Mano de obra		78,43
		Resto de obra y materiales		217,28
		Suma la partida		295,71
		Costes indirectos	6,00%	17,74
		TOTAL PARTIDA		**313,45**

APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM	**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**		
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.		
		Resto de obra y materiales		250,00
		Suma la partida		250,00
		Costes indirectos	6,00%	15,00
		TOTAL PARTIDA		**265,00**
PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**		
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.		
		Resto de obra y materiales		500,00
		Suma la partida		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA		**530,00**

SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO

APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO

EWEBERV	**m**	**Canalizaciones alumbrado**		
		Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.		
		Mano de obra		4,44
		Maquinaria		5,44

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Resto de obra y materiales		10,18
		Suma la partida		20,06
		Costes indirectos	6,00%	1,20
		TOTAL PARTIDA		**21,26**
SVSVSV	**ud**	**Arquetas 40x40 cm**		
		Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 40×40 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.		
		Mano de obra		102,90
		Maquinaria		5,09
		Resto de obra y materiales		142,95
		Suma la partida		250,94
		Costes indirectos	6,00%	15,06
		TOTAL PARTIDA		**266,00**
ERGEGB	**ud**	**Arquetas 60x60 cm**		
		Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 60×60 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.		
		Mano de obra		98,90
		Maquinaria		5,09
		Resto de obra y materiales		155,43
		Suma la partida		259,42
		Costes indirectos	6,00%	15,57
		TOTAL PARTIDA		**274,99**
WEVWEV	**ud**	**Basamento para columnas**		
		Ejecución de unidad de basamento de hormigón armado HA-30/B/20/XS1, de dimensiones 1.000 × 500 × 500 mm, destinado al apoyo de columna metálica. Incluye Mano de obra, medios auxiliares, seguridad, señalización temporal y control de ejecución.		
		Mano de obra		63,68
		Maquinaria		11,50
		Resto de obra y materiales		67,43
		Suma la partida		142,61
		Costes indirectos	6,00%	8,56
		TOTAL PARTIDA		**151,17**
EFEEFWEF12	**m³**	**Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**		
		Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.		
		Mano de obra		4,44

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Maquinaria		16,31
		Resto de obra y materiales		0,62
		Suma la partida		21,37
		Costes indirectos	6,00%	1,28
		TOTAL PARTIDA		**22,65**

APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO

SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO CONTROL

GLL080201 **m** **Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**

Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV.
Conductor:
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228
T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito.
Aislamiento
Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1
Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1
Cubierta interior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.
Armadura
Fleje de acero
Cubierta exterior
Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.
Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.

Mano de obra		1,22
Resto de obra y materiales		2,92
Suma la partida		4,14
Costes indirectos	6,00%	0,25
TOTAL PARTIDA		**4,39**

GLL080203 **m** **Conductor de Puesta a Tierra 35mm² de Cu desnudo**

Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, colocdo bajo cama de arena, conexionado.

Mano de obra		1,08
Resto de obra y materiales		1,22
Suma la partida		2,30
Costes indirectos	6,00%	0,14
TOTAL PARTIDA		**2,44**

GLL080204 **u** **Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**

Toma de tierra con pica, brida conexion, cable y caja seccionadora.

Mano de obra		20,18
Resto de obra y materiales		125,75
Suma la partida		145,93
Costes indirectos	6,00%	8,76
TOTAL PARTIDA		**154,69**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
GLL080210	**m**	**Linea 2X2,5 mm+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
		Línea 2X2,5 mm +T.tierra, bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex, para enlace de caja de fusibles con luminaria.			
		Mano de obra			1,21
		Resto de obra y materiales			4,69
		Suma la partida			5,90
		Costes indirectos		6,00%	0,35
		TOTAL PARTIDA			**6,25**
GLL080211	**u**	**Caja de fusibles para alumbrado público IP13**			
		Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles			
		Mano de obra			5,55
		Resto de obra y materiales			14,33
		Suma la partida			19,88
		Costes indirectos		6,00%	1,19
		TOTAL PARTIDA			**21,07**
CONTT-COL	**u**	**Conexión de red tierra con soporte de luminaria**			
		Conexión de tierra a soporte de luminarias con cable aislado de 16mm².			
		Mano de obra			1,21
		Resto de obra y materiales			11,82
		Suma la partida			13,03
		Costes indirectos		6,00%	0,78
		TOTAL PARTIDA			**13,81**

SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS

AP-LL-02	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX10 FG**			
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 4.704 lm con una potencia de 36.0 W. Sobre columna de 6 metros Totalmente montada y funcionando.			
		Mano de obra			15,65
		Resto de obra y materiales			443,69
		Suma la partida			459,34
		Costes indirectos		6,00%	27,56
		TOTAL PARTIDA			**486,90**
AP-LL-03	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG**			
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 4300 lm con una potencia de 32.0 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.			
		Mano de obra			15,65
		Resto de obra y materiales			443,69
		Suma la partida			459,34
		Costes indirectos		6,00%	27,56
		TOTAL PARTIDA			**486,90**
AP-LL-04	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX10 FG**			
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 3825 lm con una potencia de 28.5 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.			

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Mano de obra		15,65
		Resto de obra y materiales		443,69
		Suma la partida		459,34
		Costes indirectos	6,00%	27,56
		TOTAL PARTIDA		**486,90**
AP-LL-05	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG**		
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 1.914 lm con una potencia de 14.6 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.		
		Mano de obra		15,65
		Resto de obra y materiales		443,69
		Suma la partida		459,34
		Costes indirectos	6,00%	27,56
		TOTAL PARTIDA		**486,90**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
AP-LL-06	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX10 FG**			
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2975 lm con una potencia de 22.0 W. Sobre columna de 8 metros. Totalmente montada y funcionando.			
			Mano de obra		15,65
			Resto de obra y materiales		443,69
			Suma la partida		459,34
			Costes indirectos	6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA		**486,90**
AP-LL-07	**ud**	**Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED30-4S/730 PSD DX10 FG**			
		Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2550 lm con una potencia de 20.5 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.			
			Mano de obra		15,65
			Resto de obra y materiales		443,69
			Suma la partida		459,34
			Costes indirectos	6,00%	27,56
			TOTAL PARTIDA		**486,90**

SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS

AP-CL-04	**ud**	**Columna de 4.0, con un acoplamiento en punta**			
		Suministro y colocación de columna de 4.0m, con un acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.			
			Mano de obra		108,62
			Maquinaria		8,00
			Resto de obra y materiales		687,45
			Suma la partida		804,07
			Costes indirectos	6,00%	48,24
			TOTAL PARTIDA		**852,31**
AP-CL-04-04	**ud**	**Columna de 4.0, con dos acoplamientos en punta**			
		Suministro y colocación de columna de 4.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el clien-			

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

te. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.

Mano de obra		108,62
Maquinaria		8,00
Resto de obra y materiales		769,85
Suma la partida		886,47
Costes indirectos	6,00%	53,19
TOTAL PARTIDA		**939,66**

AP-CL-06 **ud** **Columna de 6.0, con un acoplamiento en punta**

Suministro y colocación de columna de 6.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A60. E·-1ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna.
Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.

Mano de obra		108,62
Maquinaria		8,00
Resto de obra y materiales		857,40
Suma la partida		974,02
Costes indirectos	6,00%	58,44
TOTAL PARTIDA		**1.032,46**

AP-CL-08 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

Mano de obra		108,62
Maquinaria		8,00
Resto de obra y materiales		981,00
Suma la partida		1.097,62

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos	6,00%	65,86
		TOTAL PARTIDA.....		**1.163,48**

AP-CL-08-08 **ud** **Columna de 8.0, con doble acoplamiento en punta.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con doble acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

Mano de obra.....		108,62
Maquinaria		8,00
Resto de obra y materiales.....		1.187,00
Suma la partida.....		1.303,62
Costes indirectos	6,00%	78,22
TOTAL PARTIDA.....		**1.381,84**

AP-CL-08-04 **ud** **Columna de 8.0, con acoplamiento en punta y otro a 4.0m.**

Suministro y colocación de columna de 8.0m, con un acoplamientos en punta y otro a 4.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.

Mano de obra.....		108,62
Maquinaria		8,00
Resto de obra y materiales.....		1.187,00
Suma la partida.....		1.303,62
Costes indirectos	6,00%	78,22
TOTAL PARTIDA.....		**1.381,84**

SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN

AP0401 **ud** **Drivers para lámparas LED modelo CITIDIM o similar**

Suministro y colocación de dirvers CITIDIM o similar para lámparas LED de las siguientes características:
Tensión de alimentación nominal: 220/240V
Tensión de entrada (rango de trabajo): 198/264V AC

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Factor de potencia >0.98 (a plena carga)
Out put

	350mA-500mA-700mA	700mA-1000mA-1.400mA
Potencia	350mA:30W-90W	700mA: 30W-82W
	500mA:30W-90W	1.000mA: 33W-91W
	700mA: 30-90W	1400mA: 30.8W-89.5W

Seleción de corriente Mediante jumpers
Eficiencia driver >90% (a plena carga)
Distorsión armónica <10%
Tc max 70ºC.
Totalmente montado y funcionando.

Mano de obra		5,55
Resto de obra y materiales		60,94
Suma la partida		66,49
Costes indirectos	6,00%	3,99
TOTAL PARTIDA		**70,48**

AP0402 **ud** **Sistema de control ,CITILUX GSM de ARELSA o similar**

Suministro e instalación en cuadros de terminal CITILUX de la marca ARELSA o similar.

Mano de obra		22,18
Resto de obra y materiales		1.437,52
Suma la partida		1.459,70
Costes indirectos	6,00%	87,58
TOTAL PARTIDA		**1.547,28**

SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y TRAMITACIONES

GLL080601 **Tramitación del Proyecto y boletines de instalador en la DGI**

Partida alzada a justificar de tramitación, incluyendo el pago de tasas, del Proyecto, boletines de instalación y OCA en la Dirección General de Industria.

Suma la partida		500,00
Costes indirectos	6,00%	30,00
TOTAL PARTIDA		**530,00**

GLL080602 **Inspección por OCA de la instalación**

Partida alzada a justificar de inspección por parte de OCA, la OCA se realizará para cumplimiento del RBT y el cumplimiento del RD 1890/2008 de eficiencia energética incluyendo pago de la OCA hasta recogida de informe favorable.

Suma la partida		500,00
Costes indirectos	6,00%	30,00
TOTAL PARTIDA		**530,00**

GLL080610 **Redacción de planos " as built" según normativa de la cia.**

Redacción de planos " as built" según normativa de cia suministradora. Se hará entrega en formato *.dwg y formato *.pdf.

Suma la partida		500,00
Costes indirectos	6,00%	30,00
TOTAL PARTIDA		**530,00**

APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS APARCAMIENTO

1H5X2.5 **m** **Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.

Mano de obra		1,21
Resto de obra y materiales		14,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		15,21
		Costes indirectos	6,00%	0,91
		TOTAL PARTIDA		**16,12**
ESC0307	**m**	**Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**		
		Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.		
		Mano de obra		0,18
		Resto de obra y materiales		3,61
		Suma la partida		3,79
		Costes indirectos	6,00%	0,23
		TOTAL PARTIDA		**4,02**
GLL080211	**u**	**Caja de fusibles para alumbrado público IP13**		
		Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles		
		Mano de obra		5,55
		Resto de obra y materiales		14,33
		Suma la partida		19,88
		Costes indirectos	6,00%	1,19
		TOTAL PARTIDA		**21,07**
1F3X6	**m**	**Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**		
		Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.		
		Mano de obra		0,40
		Resto de obra y materiales		4,47
		Suma la partida		4,87
		Costes indirectos	6,00%	0,29
		TOTAL PARTIDA		**5,16**
LUMLEDPERG	**u**	**Luminaria estanca para pérgolas de aparcamiento**		
		Sumnistro e instalación de luminaria estanca de la marca PHILIPS modelo 911401837080 WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 CORE LINE 4000K o similar . Incluye equipo electrónico. Lúmenes disponibles 2500lm/4000K con un consumo de 20.5W. Eficiencia del sistema real hasta 105lm/W, CRI 80. Tensión de red 220-240 Vac. Mantenimiento luminoso L70>54.000h a 25ºC. Dimensiones luminaria 1200x57x57mm. Marcado CE.		
		Mano de obra		4,04
		Resto de obra y materiales		103,12
		Suma la partida		107,16
		Costes indirectos	6,00%	6,43
		TOTAL PARTIDA		**113,59**

APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA ESTACIÓN

03.04	**m²**	**Refino y planeo de una excavación**		
		Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.		
		Mano de obra		0,20
		Resto de obra y materiales		0,72

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		0,92
		Costes indirectos	6,00%	0,06
		TOTAL PARTIDA		**0,98**

XBX X **m** **Led lineal exterior IP67 4000K, 1730 lm/m , 24 V dc, 19'2 W/m**

Suministro e instalación de led lineal para exterior o interior, IP67 4000K, 1730 lm/m, 24V CRI 80 y 19,2 W/m, regulable modelo Moon 19,2 de Lluira o similar
Inclye:
- Perfil para empotrar en pladur ST57
- Tapa final blanca ST57
- Difusor mate 2102152
- Pletina
- Material necesario para su correcta colocación
- Parte proporcional de fuente de alimentación clase II

Totalmente montado y funcionando.

		Mano de obra	0,51
		Resto de obra y materiales	43,38
		Suma la partida	43,89
		Costes indirectos 6,00%	2,63
		TOTAL PARTIDA	**46,52**

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

		Mano de obra	2,02
		Resto de obra y materiales	131,08
		Suma la partida	133,10
		Costes indirectos 6,00%	7,99
		TOTAL PARTIDA	**141,09**

GLL080211 **u** **Caja de fusibles para alumbrado público IP13**

Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles

		Mano de obra	5,55
		Resto de obra y materiales	14,33
		Suma la partida	19,88
		Costes indirectos 6,00%	1,19
		TOTAL PARTIDA	**21,07**

ESC0307 **m** **Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**

Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.

		Mano de obra	0,18
		Resto de obra y materiales	3,61
		Suma la partida	3,79
		Costes indirectos 6,00%	0,23

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**4,02**
GLL080201	**m**	**Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**		
		Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		2,92
		Suma la partida		4,14
		Costes indirectos	6,00%	0,25
		TOTAL PARTIDA		**4,39**
1H5X2.5	**m**	**Linea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex**		
		Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.		
		Mano de obra		1,21
		Resto de obra y materiales		14,00
		Suma la partida		15,21
		Costes indirectos	6,00%	0,91
		TOTAL PARTIDA		**16,12**

APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**		
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.		
		Resto de obra y materiales		500,00
		Suma la partida		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA		**530,00**
DOC Y TRAMD	**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**		
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.		
		Resto de obra y materiales		250,00
		Suma la partida		250,00
		Costes indirectos	6,00%	15,00
		TOTAL PARTIDA		**265,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO **UD** **RESUMEN** **PRECIO**

SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES

05.06.01 **m** **Canalización telecomunicaciones**

Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø110 mm (color/norma telecom), separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.

Mano de obra		1,11
Resto de obra y materiales		13,22
Suma la partida		14,33
Costes indirectos	6,00%	0,86
TOTAL PARTIDA		**15,19**

05.06.03 **PA** **Sistema de telecomunicaciones y videovigilancia**

Suministro e instalación del conjunto de equipos de telecomunicaciones y videovigilancia para la estación de Petra, compuesto por los siguientes elementos:
- Interfono Panphone IP-SIP Emergencia SOS Full Duplex amarillo: 2 unidades
- Switch TpLink TL-SG3428XMP: 2 unidades
- Pantallas industriales de 55” para información al viajero: 5 unidades
- Cámaras de videovigilancia Hikvision DS-2CD2786G2HT-IZS: 17 unidades
- Cámara panorámica Hikvision DS-2CD63C5G1-IVS: 1 unidad
- Grabador Hikvision DS-7732NI-I4: 1 unidad
- Disco duro WD Purple WD42PURZ 4 TB: 4 unidades
- Soporte CCTV DS-1273ZJ-140-DM45: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-1275ZV-SUS: 17 unidades
- Soporte CCTV DS-2280ZJ-SUS: 17 unidades

Incluye el suministro, instalación, conexionado, configuración básica y todas las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento de todos los equipos descritos, anclaje, cableado y accesorios, así como la puesta en servicio completa.

Resto de obra y materiales		27.000,00
Suma la partida		27.000,00
Costes indirectos	6,00%	1.620,00
TOTAL PARTIDA		**28.620,00**

05.06.02 **ud** **Arqueta de registro de 40x40**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.

Mano de obra		69,63
Maquinaria		18,84
Resto de obra y materiales		203,95
Suma la partida		292,42
Costes indirectos	6,00%	17,55
TOTAL PARTIDA		**309,97**

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		4,44
Maquinaria		16,31
Resto de obra y materiales		0,62
Suma la partida		21,37
Costes indirectos	6,00%	1,28
TOTAL PARTIDA		**22,65**

SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO

TUBPEAD5010 **ml** **Tubería AD PE-45 d=45 10 atm**

Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 10 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión.

Mano de obra		6,06
Resto de obra y materiales		5,37
Suma la partida		11,43
Costes indirectos	6,00%	0,69
TOTAL PARTIDA		**12,12**

TUBPEAD256 **ml** **Tubería AD PE-50 d=32mm 6 atm**

Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 32 mm y presión nominal 6 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión, colocada en el interior de zonas verdes, medida la longitud completamente instalada en obra.

Mano de obra		6,06
Resto de obra y materiales		3,11
Suma la partida		9,17
Costes indirectos	6,00%	0,55
TOTAL PARTIDA		**9,72**

TUBPE16 **ml** **Tubería AD PE-50 dn=16mm, 6 atm**

Suministro e instalación de polietileno de 16 mm con goteros integrados, autorregulados y autolimpiantes, termosoldados en el interior de la pared a una equidistancia de 0,30 metros, para un caudal de 2,4 l/h a una presión de 0,4-0,5 atm. Incluye parte proporcional de accesorios y piezas especiales (filtros, tes, reductores, ventosas, etc., medida la longitud en funcionamiento.

Mano de obra		6,06
Resto de obra y materiales		2,74
Suma la partida		8,80
Costes indirectos	6,00%	0,53
TOTAL PARTIDA		**9,33**

TUB200PVCRAC **ml** **Tubería PVC corrugada, junta elástica, SN8 DN=200 en acometidas**

Suministro y colocación de tubería de PVC corrugada doble pared teja SN8, sistema de unión por embocadura integrada (copa) provista de una junta elástica de doble anclaje, presión nominal de 8 atm, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 13476 Incluye p.p. de juntas, piezas especiales, codos, tés. Incluye cualquier tipo de conexión (clips, etc.)

Mano de obra		4,04
Resto de obra y materiales		33,58

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		37,62
		Costes indirectos	6,00%	2,26
		TOTAL PARTIDA		**39,88**

PRGRRIEG **ud** **Programador riego**

Suministro e instalación de programador autónomo, formado por un circuito impreso con microprocesador aislado herméticamente, con pila de 9 voltios, para 4 electroválvulas con conexión tipo teléfono o por infrarrojos. Totalmente montado y conexionado

Mano de obra		80,72
Resto de obra y materiales		211,48
Suma la partida		292,20
Costes indirectos	6,00%	17,53
TOTAL PARTIDA		**309,73**

ELECTVALV **ud** **Electroválvula**

Electroválvula para riego, cuerpo de nylon inyectado, conexiones roscadas, de 1 1/2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 V, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución (válvulas, enlaces rosca, etc.), incluso conexiones eléctricas y todos elementos necesarios para la completa conexión. Incluso excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.

Mano de obra		16,54
Resto de obra y materiales		139,71
Suma la partida		156,25
Costes indirectos	6,00%	9,38
TOTAL PARTIDA		**165,63**

ARQREG40 **ud** **Arqueta de registro de 40x40**

Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.

Mano de obra		69,63
Maquinaria		18,84
Resto de obra y materiales		292,94
Suma la partida		381,41
Costes indirectos	6,00%	22,88
TOTAL PARTIDA		**404,29**

URM040 **m** **Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electr**

Suministro e instalación de línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada y conexionada.

Mano de obra		4,01
Maquinaria		0,40
Resto de obra y materiales		5,67

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Suma la partida			10,08
Costes indirectos		6,00%	0,60
TOTAL PARTIDA			**10,68**

CAPÍTULO 06 MARQUESINAS

SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO

06.01.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra		0,60
Maquinaria		0,55
Resto de obra y materiales		2,24
Suma la partida		3,39
Costes indirectos	6,00%	0,20
TOTAL PARTIDA		**3,59**

06.01.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

Mano de obra		12,45
Resto de obra y materiales		15,80
Suma la partida		28,25
Costes indirectos	6,00%	1,70
TOTAL PARTIDA		**29,95**

06.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.		
		Mano de obra		0,21
		Maquinaria		0,25
		Resto de obra y materiales		2,70
		Suma la partida		3,16
		Costes indirectos	6,00%	0,19
		TOTAL PARTIDA		**3,35**
06.01.04	**m³**	**Hormigón armado HA-30 cimentación**		
		Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.		
		Mano de obra		2,08
		Maquinaria		3,61
		Resto de obra y materiales		214,59
		Suma la partida		220,28
		Costes indirectos	6,00%	13,22
		TOTAL PARTIDA		**233,50**
06.01.05	**m³**	**Hormigón de limpieza**		
		Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.		
		Mano de obra		5,50
		Resto de obra y materiales		118,63
		Suma la partida		124,13
		Costes indirectos	6,00%	7,45
		TOTAL PARTIDA		**131,58**
06.01.06	**kg**	**Acero corrugado B500S/SD en barra**		
		Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.		
		Mano de obra		0,19
		Maquinaria		0,25
		Resto de obra y materiales		1,99
		Suma la partida		2,43
		Costes indirectos	6,00%	0,15
		TOTAL PARTIDA		**2,58**
06.01.07	**m³**	**Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profun- didad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		5,36
Maquinaria		18,59
Resto de obra y materiales		0,72
Suma la partida		24,67
Costes indirectos	6,00%	1,48
TOTAL PARTIDA		**26,15**

06.01.08 **ml** **Embellecedor metálico para cableado marquesinas**

Suministro y colocación de pletina/tapa-cables metálica tipo embellecedor para ocultación y protección del cableado de la instalación fotovoltaica en marquesinas de aparcamiento, desde arqueta de pie de poste hasta cubierta y a lo largo de correas, fijada a perfiles HEB (pilares) y correas de la estructura existente. Elemento fabricado en taller a medida (corte, plegado y taladros), con remates en encuentros y cambios de dirección, fijación mediante tornillería/abrazaderas compatibles con estructura metálica, dejando el cableado registrado y protegido frente a intemperie y actos vandálicos. Acabado color gris metalizado RAL 9006, acorde con la estructura de marquesina. Incluye replanteo, medios auxiliares, tornillería y limpieza final. Totalmente instalado.

Resto de obra y materiales		25,00
Suma la partida		25,00
Costes indirectos	6,00%	1,50
TOTAL PARTIDA		**26,50**

SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN

06.02.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra		0,60
Maquinaria		0,55
Resto de obra y materiales		2,24
Suma la partida		3,39
Costes indirectos	6,00%	0,20
TOTAL PARTIDA		**3,59**

06.02.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamia-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

je, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

Mano de obra		12,45
Resto de obra y materiales		15,80
Suma la partida		28,25
Costes indirectos	6,00%	1,70
TOTAL PARTIDA		**29,95**

06.02.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

Mano de obra		0,21
Maquinaria		0,25
Resto de obra y materiales		2,70
Suma la partida		3,16
Costes indirectos	6,00%	0,19
TOTAL PARTIDA		**3,35**

06.02.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

Mano de obra		2,08
Maquinaria		3,61
Resto de obra y materiales		214,59
Suma la partida		220,28
Costes indirectos	6,00%	13,22
TOTAL PARTIDA		**233,50**

06.02.05 **m³** **Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Mano de obra		5,50
Resto de obra y materiales		118,63

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		124,13
		Costes indirectos	6,00%	7,45
		TOTAL PARTIDA		**131,58**

06.02.06 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

Mano de obra		0,19
Maquinaria		0,25
Resto de obra y materiales		1,77
Suma la partida		2,21
Costes indirectos	6,00%	0,13
TOTAL PARTIDA		**2,34**

06.02.07 **m³** **Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		5,36
Maquinaria		18,59
Resto de obra y materiales		0,72
Suma la partida		24,67
Costes indirectos	6,00%	1,48
TOTAL PARTIDA		**26,15**

06.02.08 **m²** **Revestimiento compuesto simil madera**

Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.

Mano de obra		0,27
Resto de obra y materiales		102,94
Suma la partida		103,21
Costes indirectos	6,00%	6,19
TOTAL PARTIDA		**109,40**

06.02.09 **m²** **Cubierta de panel sandwich**

Suministro y colocación de cubierta metálica tipo panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesta por dos chapas de acero galvanizado y prelacado conforme a UNE-EN 10346 y UNE-EN 14782, unidas mediante un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad mínima 40 kg/m³. La cara exterior será de color blanco (RAL 9010 o similar) con acabado liso o grecado, y la cara interior, vista desde el andén, con acabado metalizado natural o aluminio zincado, de textura lisa reflectante, garantizando una buena luminosidad y un mantenimiento mínimo. Los paneles se fijarán sobre correas metálicas mediante tornillería autotaladrante de acero inoxidable A2 con arandela de estanqueidad EPDM o neopreno, dispuestos según el cálculo de succión de viento del CTE DB-SE-AE. Las juntas longitudinales y transversales se sellarán con banda butílica continua, asegurando la estanqueidad al agua y al

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

aire. La partida incluye suministro, transporte, recorte en encuentros, fijaciones, sellados, solapes, piezas de remate en cumbreras y laterales, así como medios auxiliares, mano de obra, seguridad y limpieza final, dejando la cubierta completamente instalada, alineada, estanca y en servicio, con el acabado exterior blanco y cara interior metalizada.

Mano de obra		2,32
Resto de obra y materiales		47,24
Suma la partida		49,56
Costes indirectos	6,00%	2,97
TOTAL PARTIDA		**52,53**

CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA

EFEEFWEF12 **m³** **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**

Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Mano de obra		4,44
Maquinaria		16,31
Resto de obra y materiales		0,62
Suma la partida		21,37
Costes indirectos	6,00%	1,28
TOTAL PARTIDA		**22,65**

EFGWEGWE114 **ud** **Arqueta prefabricada tipo A1**

Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.

Mano de obra		78,43
Resto de obra y materiales		217,28
Suma la partida		295,71
Costes indirectos	6,00%	17,74
TOTAL PARTIDA		**313,45**

EWEBERVCV **m** **Relleno zanjas**

Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.

Mano de obra		4,44
Maquinaria		5,44
Resto de obra y materiales		5,28
Suma la partida		15,16
Costes indirectos	6,00%	0,91
TOTAL PARTIDA		**16,07**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE

07.01.01 **ud** **Ensayos Pull Out Test**

Realización de ensayo de arrancamiento y carga lateral ("Pull Out Test") sobre perfil metálico de hinca correspondiente a la estructura fotovoltaica proyectada. Incluye, en su caso, predrilling previo, hincado del perfil de prueba hasta una profundidad objetivo de aproximadamente 1,80 m, ejecución de los ensayos a tracción y a carga lateral mediante equipo dinamométrico calibrado y relojes comparadores de desplazamiento, con registro de la deformación en ciclos de carga escalonados hasta los niveles de esfuerzo definidos en el protocolo de ensayo. Comprende igualmente el replanteo del punto, instrumentación completa, utilización de equipos y medios auxiliares, toma y tratamiento de datos, así como la interpretación de resultados y emisión del informe técnico final, con la verificación del cumplimiento de los criterios de desplazamiento admisibles. Ensayo completo, incluyendo protocolo, personal técnico y operarios, medios materiales y humanos, y entrega del informe de resultados debidamente firmado y documentado.

Mano de obra		40,36
Maquinaria		629,85
Resto de obra y materiales		334,26
Suma la partida		1.004,47
Costes indirectos	6,00%	60,27
TOTAL PARTIDA		**1.064,74**

07.01.02 **ud** **Estructura soporte fotovoltaica tipo biposte**

Estructura portante para soporte de módulos fotovoltaicos en disposición horizontal (2H×2H por vano) según plano, formada por marcos metálicos tipo biposte con inclinación fija de 20°. La estructura está compuesta por perfiles de acero galvanizado conformado en frío, con secciones tipo C y Z, fabricados conforme a la norma UNE-EN 10162, con recubrimiento galvanizado Magnelis ZM310/ZM430 o equivalente, y resistencia mínima S250GD o S280GD. Los perfiles principales verticales (bipostes) se hincan directamente en el terreno, con profundidad máxima de 1,80 m en el apoyo trasero y 1,50 m en el delantero, de acuerdo con los resultados de los ensayos de arrancamiento "Pull Out Test" realizados en la zona. Las traviesas y correas horizontales se ensamblan mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, garantizando la continuidad estructural y la rigidez necesaria frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme a los criterios del CTE DB-SE-AE y del Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991) para estructuras exteriores. Los módulos fotovoltaicos se fijan mediante grapas o presillas de aluminio anodizado, asegurando el aislamiento galvánico entre materiales. El sistema incluye todos los anclajes, uniones, herrajes, apoyos, tratamientos anticorrosivos, replanteo, medios auxiliares y nivelación, dejando la estructura completamente montada, alineada y nivelada. La estructura deberá entregarse con la documentación técnica de justificación de resistencia estructural frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme al CTE DB-SE, DB-SE-AE, UNE-EN 1090, UNE-EN 10162 y Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991). Se exigirá una garantía estructural mínima de 25 años para los elementos de aluminio anodizado y de 15 años para los galvanizados, junto con la certificación de materiales y marcado CE de todos los componentes.

Mano de obra		90,22
Maquinaria		45,80
Resto de obra y materiales		302,78
Suma la partida		438,80
Costes indirectos	6,00%	26,33
TOTAL PARTIDA		**465,13**

SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FOTV0201 **ud** **Módulo fotovoltaico sobre pérgola**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo 460N-54HL4R-V o similar
Características Eléctricas en STC

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Potencia Máxima (Pmax) 460 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 33.60 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 13.69 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc) 40.17 V
Corriente de cortocircuito (Isc) 14.14 A
Eficiencia 23.02 %
Tolerancia de Potencia (+) + 3%

Características Térmicas
Rango de Temperatura -40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax -0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C

Parámetros del Sistema
Tensión Máxima del Sistema 1000 V

Características Mecánicas
Dimensiones (A/A/F) 1762x1134x30 mm
Peso 21 kg
Numero de Células 108
Tipo de Vidrio Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio 3,2 mm
Tipo de Trama Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones IP 68
Corte Transversal del Cable 4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

Mano de obra		12,10
Resto de obra y materiales		129,11
Suma la partida		141,21
Costes indirectos	6,00%	8,47
TOTAL PARTIDA		**149,68**

5DSVVVDVD **ud** **Módulo fotovoltaico en superficie**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo N Type 635N-78HL4-V o similar
Características Eléctricas en STC
Potencia Máxima (Pmax) 635 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 42.83 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 11.15 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc) 53.19 V
Corriente de cortocircuito (Isc) 11.67 A
Eficiencia 22.72 %
Tolerancia de Potencia (+) + 3%

Características Térmicas
Rango de Temperatura -40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax -0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C

Parámetros del Sistema
Tensión Máxima del Sistema 1000/1.500 VDC

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Características Mecánicas

Dimensiones (A/A/F)	2465x1134x30 mm
Peso	30.6 kg
Numero de Células	156
Tipo de Vidrio	Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio	3,2 mm
Tipo de Trama	Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones	IP 68
Corte Transversal del Cable	4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

Mano de obra		8,08
Resto de obra y materiales		154,74
Suma la partida		162,82
Costes indirectos	6,00%	9,77
TOTAL PARTIDA		**172,59**

SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES

INV01PL01 **ud** **Inversor de red de 110kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 110-60 CORE 2 o similar con las siguientes características.

Profundidad [mm]	363
Ancho [mm	1117
Alto [mm]	363
Peso [kg]	93'5

EConexión de CC

Tensión de entrada máx.	1.100 V
Rango de Tensión MMP	500 a 800 V/585 V
Tensión asignada de entrada	585V
Tensión de entrada mínima	200V
Tensión de inicio	250V
Corriente máxima de entrada por MPPT	26A (22A<600V)
Corriente de c.c. máxima	40 A
Nº de seguidores MPP independientes	12
strings por entrada MPP	1

Salida CA

Potencia asignada a tensión nominal	110 kW
Potencia máx. aparente de CA	110 kVA
Tensión nominal de CA	400V
Intervalo de tensión de CA	de 320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz / 45 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada	50 Hz/400V
Corriente máx. de salida	159 A
Armónicos (THD)	< 0,5 %
Fases de inyección/conexión de CA	3/3-PE

Rendimiento

Rendimiento máx./rendimiento europeo	98,8 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		7.487,49
Suma la partida		7.810,37
Costes indirectos	6,00%	468,62
TOTAL PARTIDA		**8.278,99**

INV02PL01 **ud** **Inversor de red de 100kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo SHP 100-20 400V o similar, con las siguientes características

Profundidad [mm]	462
Ancho [mm	770
Alto [mm]	830
Peso [kg]	99
Entrada CC	
Pot. máx. del generador fotovoltaico	200kWp
Tensión de entrada máx.	100 V
Rango de Tensión MMP	590 a 1.000 V
Corriente máxima de entrada	180 A
Corriente de c.c. máxima	325 A
Nº de seguidores MPP independientes	1
Nº de entradas	1 ó 2
Salida CA	
Potencia asignada a tensión nominal	100 kW
Potencia máx. aparente de CA	100 kVA
Tensión nominal de CA	400V/177V

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Intervalo de tensión de CA a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz
Corriente máx. de salida 151 A
Armónicos (THD) < 0,3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		10.979,19
Suma la partida		11.302,07
Costes indirectos	6,00%	678,12
TOTAL PARTIDA		**11.980,19**

INV01COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 25 kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 25-50 o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm] 266
Ancho [mm 728
Alto [mm] 762
Peso [kg] 35
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 37500 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Rango de Tensión MMP 430 a 800 V
Corriente máxima de entrada 24 A
Corriente de c.c. máxima 35 A
Nº de seguidores MPP independientes 3
Nº de entradas 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 25.000 W
Potencia máx. aparente de CA 25.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		4.302,21
Suma la partida		4.625,09
Costes indirectos	6,00%	277,51

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		TOTAL PARTIDA.....	**4.902,60**

INV02COB02 **ud** **Inversor de red SMA STP 15kW/400 V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 15-50, o similar, con las siguientes características:

Profundidad [mm] 266
Ancho [mm 728
Alto [mm] 762
Peso [kg] 35
Entrada CC
Pot. máx. del generador fotovoltaico 22500 Wp
Tensión de entrada máx. 1000 V
Rango de Tensión MMP 257 a 800 V
Corriente máxima de entrada 24 A
Corriente de c.c. máxima 35 A
Nº de seguidores MPP independientes 3
Nº de entradas 2

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 15.000 W
Potencia máx. aparente de CA 15.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		3.777,79
Suma la partida		4.100,67
Costes indirectos	6,00%	246,04
TOTAL PARTIDA		**4.346,71**

INV01COB03 **ud** **Inversor de red SMA STP 50kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 50-40/41 CORE I o similar, con las siquientes características:

Profundidad [mm]	569
Ancho [mm	733
Alto [mm]	661
Peso [kg]	82
Entrada CC	
Pot. máx. del generador fotovoltaico	51.000 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de Tensión MMP	500 a 800 V
Corriente máxima de entrada	120 A
Corriente de c.c. máxima	30 A
Nº de seguidores MPP independientes	6
Nº de entradas	2 por MPPT
Salida CA	
Potencia asignada a tensión nominal	50.000 W
Potencia máx. aparente de CA	50.000 VA
Tensión nominal de CA	240V/415V
Intervalo de tensión de CA	176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida	36.6 A
Armónicos (THD)	< 3 %
Fases de inyección/conexión de CA	3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

Mano de obra		322,88
Resto de obra y materiales		7.845,67
Suma la partida		8.168,55
Costes indirectos	6,00%	490,11
TOTAL PARTIDA		**8.658,66**

SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC

1X6H1 **ml** **Cable unipolar H1Z2Z2-k 1/1.5 0.6/1 kV 6mm2**

Circuito de corriente continua de 1x6 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z272-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

Mano de obra		1,22
Resto de obra y materiales		1,87
Suma la partida		3,09
Costes indirectos	6,00%	0,19
TOTAL PARTIDA		**3,28**

AISDRL50 **ml** **Intalación de tubo corrugado de D.50mm 250N**

Suministro e instalación de tubo corrugado doble capa D.50mm 250N, para instalación enterrada.

Mano de obra		0,55
Resto de obra y materiales		1,64
Suma la partida		2,19
Costes indirectos	6,00%	0,13
TOTAL PARTIDA		**2,32**

1X16H1 **ml** **Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 16mm2**

Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento:

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
		mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.			
			Mano de obra		1,22
			Resto de obra y materiales		5,46
			Suma la partida		6,68
			Costes indirectos	6,00%	0,40
			TOTAL PARTIDA		**7,08**
1X10H1	**ml**	**Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 10mm2**			
		Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.			
			Mano de obra		1,22
			Resto de obra y materiales		3,62
			Suma la partida		4,84
			Costes indirectos	6,00%	0,29
			TOTAL PARTIDA		**5,13**
FUS20ASOL	**ud**	**Fusibles fotovoltaicas curva gPV de 20A**			
		Suministro e instalación de fusibles para instalaciones fotovoltaicas curva gPV de 20 A tamaño 10x38. inclueyndo el contacto auxiliar de fusibles que hayan saltado y la base portafusible.			
			Mano de obra		0,67
			Resto de obra y materiales		12,38
			Suma la partida		13,05
			Costes indirectos	6,00%	0,78
			TOTAL PARTIDA		**13,83**

SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA

REDTT	**ud**	**Red de tierras pérgolas**			
		Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la linea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y picas para red de toma de tierra, cada 20m, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.			
			Mano de obra		645,76
			Resto de obra y materiales		2.490,84
			Suma la partida		3.136,60
			Costes indirectos	6,00%	188,20
			TOTAL PARTIDA		**3.324,80**
REDTTFV	**ud**	**Red de tierra planta FV**			
		Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 1027 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea de enla-			

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		ce de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 1 picas para red de toma de tierra, cada 200ml, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.		
		Mano de obra		1.614,40
		Resto de obra y materiales		17.960,85
		Suma la partida		19.575,25
		Costes indirectos	6,00%	1.174,52
		TOTAL PARTIDA		**20.749,77**

SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES CA

07.06.01 **m** **Linea de 4x35mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.90mm**

Línea 5x35 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		45,64
Suma la partida		47,66
Costes indirectos	6,00%	2,86
TOTAL PARTIDA		**50,52**

07.06.02 **m** **Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**

Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		102,03
Suma la partida		104,05
Costes indirectos	6,00%	6,24
TOTAL PARTIDA		**110,29**

07.06.03 **m** **Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m**

Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		77,15
Suma la partida		79,17
Costes indirectos	6,00%	4,75
TOTAL PARTIDA		**83,92**

07.06.04 **m** **Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m**

Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		88,13
Suma la partida		90,15
Costes indirectos	6,00%	5,41
TOTAL PARTIDA		**95,56**

LGA150 **m** **Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**

Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		106,67
Suma la partida		108,69
Costes indirectos	6,00%	6,52

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA..... 115,21

SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN

FOTV0701 **ud** **Gestor de energía**

Suministro e instalación de Gestor de energía SMA Data Manager M (EDMM-20) o similar de las siguientes características
Datos técnicos SMA DATA MANAGER M
Datos maestros
Número de equipos compatibles en total, de los cuales: 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles 50
Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles a través del Modbus Sunspec (p.ej. Sunny
Tripower CORE2) 50
Número máximo de inversores de batería compatibles 50
Número máximo de puntos de carga compatibles (EV Charger Business) 50
número máximo de contadores de energía compatibles (electricidad y gas), generadores de contadores
de energía, sistemas de E/S, sensores 50
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores fotovoltaicos (potencia nominal de CA) 2,5 MVA (modo de regulación)
Potencia nominal de la planta máxima de los inversores de batería (potencia nominal de CA) 7,5 MVA (modo de control o pura monitorización)
Registro de datos automático para generadores virtuales de contadores de energía (inversor fotovoltaico, planta de cogeneración, contador de gas, generador diésel, central hidroeléctrica) .
Conexiones
Suministro de tensión Conexión de 2 polos, MINI COMBICON
RS485 Conexión de 2 x 6 polos, MINI COMBICON
Red (LAN) 3 x RJ45 (1 x Internet, 2 x red de instalaciones) 10BaseT/100BaseT
Punto de acceso WLAN para la puesta en marcha y el acceso a la interfaz de usuario.
Conexiones adicionales
10 x Digital In, 1 x Fast Stop, 5 x relés multifunción (MFR),
4 x Analog In (0 mA a 20 mA), 4 x Analog Out (0 mA a 20 mA),
2 x temperatura (PT100), 1 x pulsador de reset
Suministro de tensión
Suministro de tensión Fuente de alimentación externa (disponible como accesorio)
Tensión de entrada De 10 V a 30 V CC
Consumo de potencia Tipo 8 W
Condiciones ambientales durante el funcionamiento
Entorno Clase 3K7 limitada según IEC60721-3-3
Temperatura ambiente 20 °C a +60 °C
Rango permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación) 5 % al 95 %
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar 0 m a 3000 m (.70 kPa)
Tipo de protección según IEC 60529 IP20 (NEMA 1)
Datos generales
Dimensiones (ancho/alto ./fondo) 216 mm / 90 mm / 68 mm
Peso 372 g
Lugar de montaje Interiores
Tipo de montaje en carril DIN/montaje mural
Indicación de estado LED para estado del sistema y de la comunicación
Equipamiento
Garantía 2 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)
Accesorios (opcional)
Fuente de alimentación para carril DIN
Phoenix Contacto,
entrada: 100 V CA a 240 V CA, salida: 24 V CC/2,5 A,
Sistema de E/S externo ioLogik E1214 (6 DI/6 salidas de relé)

Resto de obra y materiales..... 1.150,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida.....		1.150,00
		Costes indirectos	6,00%	69,00
		TOTAL PARTIDA.....		**1.219,00**
FOTV0702	**ud**	**Sistema de monitorización**		
		Implantación, incluyendo pago de licencias de sistema de monitorización online de plantas fotovoltaicas.		
		Resto de obra y materiales.....		7.450,00
		Suma la partida.....		7.450,00
		Costes indirectos	6,00%	447,00
		TOTAL PARTIDA.....		**7.897,00**

SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y LEGALIZACIÓN

FOTV1001	**ud**	**Pruebas de puesta en servicio**		
		Trabajos de pruebas y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas realizadas: - Presentación del plan de control de calidad propuesto por el Instalador. - Verificaciones de los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos: Cuadros eléctricos, centros de medida. - Verificaciones a realizar en los circuitos eléctricos: Resistencia aislamiento, rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, impedancia de bucle, secuencia de fases, equilibrado de fases, caída de tensión. - Ajustes a realizar en las protecciones y relés térmicos, magnéticos y diferenciales. - Pruebas de las maniobras sobre los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza. - Etiquetado de la totalidad de elementos y cableado que forman el sistema según codificación corporativa del cliente. - Puesta en marcha de la instalación y pruebas de funcionamiento real.		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**
FOTV1002	**ud**	**Tramitación punto de coenxión con Cia suministradora**		
		Tramitación punto de conexión con la suministradora (no incluye el pago de acceso y conexión)		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**
FOTV1003	**ud**	**Certificado de instalación FV**		
		Certificado de instalación FV, firmado por instalador autorizado y sellado por la empresa suministradora		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**
DOCYCERT	**ud**	**Documentación y certificaciones**		
		Tareas de preparación de la documentación final de obra de las instalaciones: - Pruebas y verificaciones de funcionamiento de las instalaciones. - Pruebas y verificaciones de funcionamiento del sistema de gestión técnica. - Planos actualizados con las instalaciones realmente ejecutadas. - Esquemas unifilares de las instalaciones. - Esquemas de control de las instalaciones. - Memoria y descripción de partidas actualizada con lo realmente ejecutado. - Certificados de conformidad y fichas técnicas de los materiales y equipos. - Certificados de garantía de los materiales y equipos, debidamente sellados por el fabricante. - Certificados de pruebas y ensayos realizados. - Certificado de inspección de la OCA (incluye contratación de OCA) e informe completo con todas las verificaciones realizadas.		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		- Manuales de usuario, instalación y mantenimiento de los equipos. - Listado de repuestos recomendados. - Documentos de legalización: Proyectos, certificados, y autorizaciones. Se entregarán tres copias en soporte papel y tres copias en soporte informático (editable y en pdf.) con la estructura de directorios y apartados acordados con la Dirección Facultativa y la Propiedad.		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**
LEGYTRAM	**ud**	**Legalizaciones y tramitaciones** Previa a la puesta en marcha de la instalación serán de requerimiento las siguientes legalizaciones y tramitaciones: Tramitaciones - Tramitaciones pertinentes ante la DGEiCC - Dirección General de Energía y Cambio Climático. - Tramitaciones pertinentes ante compañía distribuidora. - En definitiva, todas las tramitaciones según la DGEiCC para la puesta en marcha de las instalaciones y tramitaciones ante la compañía distribuidora para la legalización y puesta en servicio. Legalizaciones: - Certificado de cualificación individual (Boletín de instalador) - Certificado final de obra		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**
CONCAL	**ud**	**Control de calidad** Se supervisará y tendrá como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece los requisitos básicos de seguridad y salubridad, éstos marcan las exigencias mínimas de calidad que deben de cumplir los edificios y sus instalaciones. En el control de la calidad en la ejecución de la obra se desarrollará en en base a: - Control de Recepción de los productos, equipos y sistemas que se suministren en las obras. - Control de Ejecución de la obra, tanto del edificio como de sus instalaciones. - Control de Obra Terminada. - Certificado de los materiales utilizados en la instalación		
		Suma la partida.....		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 08 EDIFICIOS

SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

08.01.01 **Kg** **Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra		0,60
Maquinaria		0,55
Resto de obra y materiales		2,41
Suma la partida		3,56
Costes indirectos	6,00%	0,21
TOTAL PARTIDA		**3,77**

08.01.02 **m²** **Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Pintura sobre perfiles laminados, con imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y capa de esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250, o equivalente, en color y textura a definir por D.F., i/cepillado del soporte y p.p. de medios auxiliares. Totalmente terminado.

Mano de obra		12,45
Resto de obra y materiales		15,80
Suma la partida		28,25
Costes indirectos	6,00%	1,70
TOTAL PARTIDA		**29,95**

08.01.03 **Kg** **Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a UNE-EN 10162, de las series omega o tipo Z de 160mm, con el acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430) para protección anticorrosiva en ambiente exterior. Las correas estarán formadas por piezas simples, dimensionadas según proyecto, y se fijarán a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas, con tornillería galvanizada de alta resistencia y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución. Estructura completamente terminada y conforme a las normas UNE-EN 1090 y UNE-EN ISO 1461.

Mano de obra		0,21
Maquinaria		0,25
Resto de obra y materiales		2,98
Suma la partida		3,44
Costes indirectos	6,00%	0,21
TOTAL PARTIDA		**3,65**

08.01.04 **m³** **Hormigón armado HA-30 cimentación**

Hormigón armado HA-30 I/p.p. de medios auxiliares, incluso vibrad y curado, incluidas vertido directo y colocación definitiva con grúa autopropulsada. Totalmente terminado.

Mano de obra		2,08
Maquinaria		3,61
Resto de obra y materiales		214,59
Suma la partida		220,28
Costes indirectos	6,00%	13,22

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**233,50**
08.01.05	**m³**	**Hormigón de limpieza**		
		Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.		
		Mano de obra		5,50
		Resto de obra y materiales		118,63
		Suma la partida		124,13
		Costes indirectos	6,00%	7,45
		TOTAL PARTIDA		**131,58**
08.01.06	**kg**	**Acero corrugado B500S/SD en barra**		
		Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.		
		Mano de obra		0,19
		Maquinaria		0,25
		Resto de obra y materiales		1,99
		Suma la partida		2,43
		Costes indirectos	6,00%	0,15
		TOTAL PARTIDA		**2,58**
08.01.07	**m³**	**Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**		
		Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.		
		Mano de obra		5,36
		Maquinaria		18,59
		Resto de obra y materiales		0,72
		Suma la partida		24,67
		Costes indirectos	6,00%	1,48
		TOTAL PARTIDA		**26,15**
08.01.08	**m²**	**Hormigon de nivelación**		
		Formación de capa de hormigón para nivelado de irregularidades en el suelo cimentado, de 5 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/12, fabricado en central, en el fondo de la excavación previamente realizada.		
		Mano de obra		0,13
		Resto de obra y materiales		7,94
		Suma la partida		8,07
		Costes indirectos	6,00%	0,48
		TOTAL PARTIDA		**8,55**
08.01.09	**m³**	**Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón H**		
		Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.

Mano de obra		33,69
Maquinaria		8,68
Resto de obra y materiales		315,09
Suma la partida		357,46
Costes indirectos	6,00%	21,45
TOTAL PARTIDA		**378,91**

SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS

08.02.01 **m²** **Cubierta plana no transitable**

Suministro y colocación de cubierta no transitable de panel sándwich metálico con pendiente 2 %, formada por chapa exterior de acero prelacado 0,6 mm perfil grecado, núcleo aislante PIR de 50 mm (0,022 W/m·K) y chapa interior galvanizada 0,5 mm, con juntas longitudinales y transversales selladas con banda butílica y tapones de testa para garantizar la estanqueidad total en baja pendiente. Fijación a correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y arandela metálica, según CTE DB-SE-AE y UNE-EN 14509. Se dispondrá una cámara ventilada interior de 40–60 mm bajo el panel, con entradas en alero y salidas en cumbrera, provistas de rejillas microperforadas antipájaros. Bajo esta, instalación de falso techo metálico perforado de acero o aluminio 0,6–0,8 mm (15–20 % perforación) suspendido mediante varilla M6/M8 y perfilería "T", con lana mineral 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro absorbente acústico. Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera, así como remates de cumbrera, aleros, testeros y encuentros estancos, pasos de instalaciones con manguitos EPDM, medios auxiliares, seguridad y limpieza final. La cubierta quedará completamente estanca, nivelada y rematada.

Mano de obra		10,74
Resto de obra y materiales		100,54
Suma la partida		111,28
Costes indirectos	6,00%	6,68
TOTAL PARTIDA		**117,96**

08.02.02 **m²** **Falso techo registrable con perfilería oculta**

Suministro y montaje de falso techo continúo formado por placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica galvanizada oculta, suspendida del forjado mediante varillas regulables y cuelgues rápidos de acero, con separación entre montantes no superior a 600 mm. La estructura estará compuesta por perfiles primarios tipo T de 47/60 mm y perfiles secundarios tipo F de 47 mm, ambos galvanizados, fijados entre sí mediante grapas y escuadras homologadas. Las juntas entre placas se tratarán con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie lisa, uniforme y sin imperfecciones. Una vez seco y lijado, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca, lavable y transpirable, con acabado liso mate, color blanco (RAL 9010 o similar). Incluye suministro de todos los materiales, estructura metálica, placas PYL, tornillería, cinta y pasta de juntas, imprimación y pintura, así como replanteo, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando el techo completamente terminado, nivelado y listo para uso.

Mano de obra		12,16
Resto de obra y materiales		36,04
Suma la partida		48,20
Costes indirectos	6,00%	2,89
TOTAL PARTIDA		**51,09**

08.02.03 **m²** **Revestimiento compuesto simil madera**

Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, la-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

mas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.

Mano de obra		0,27
Resto de obra y materiales		102,94
Suma la partida		103,21
Costes indirectos	6,00%	6,19
TOTAL PARTIDA		**109,40**

08.02.04 **m** **Ventanal abatible de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**

Suministro y colocación de ventana abatible formada por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con rotura de puente térmico (RPT) y acabado termoendurecido, provista de marco y hoja abatible con bisagras y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio irá acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, con sellado perimetral en frío mediante silicona neutra incolora, compatible con el aluminio y garantizando la estanqueidad total del conjunto.Incluye burletes de estanqueidad EPDM, cierres multipunto o cremona, tornillería y anclajes, suministro y colocación de todos los herrajes, ajuste, nivelación y limpieza final. Las hojas quedarán perfectamente alineadas y niveladas, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso conforme a la normativa vigente. Cumpliendo las especificaciones del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética) y UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales). Incluye: todos los materiales (marcos, hojas, herrajes, burletes, vidrio, silicona, fijaciones), mano de obra de instalación, sellado, limpieza final y señalización de las hojas móviles conforme a la normativa de seguridad en acristalamientos.

Mano de obra		124,50
Maquinaria		24,68
Resto de obra y materiales		541,14
Suma la partida		690,32
Costes indirectos	6,00%	41,42
TOTAL PARTIDA		**731,74**

08.02.05 **m** **Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,60 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Incluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.

Mano de obra		124,50
Maquinaria		24,68
Resto de obra y materiales		469,04
Suma la partida		618,22

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos 6,00%		37,09
		TOTAL PARTIDA.....		**655,31**

08.02.06 **m** **Puerta enrollable motorizada de 2,20m de altura**

Suministro y montaje de puerta enrollable motorizada de varillas de acero zincado, color gris metalizado, con malla en forma de aros entrelazados (tipo Convi o similar), de 2,20 m de altura y ancho según hueco de proyecto, con acabado galvanizado color plata y recubrimiento protector anticorrosivo. Compuesta por lamas o varillas de acero macizo unidas mediante eslabones de acero galvanizado, cajón recogedor superior forrado en chapa galvanizada, eje de acero con muelles de torsión templado, poleas circulares, y guías laterales de acero galvanizado de 2 mm de espesor con burletes de goma de estanqueidad. Accionamiento mediante motor eléctrico trifásico (motor tubular o central de eje), con cuadro de maniobra, finales de carrera regulables, pulsador interior de apertura/cierre, sistema de desbloqueo manual y receptor con mando a distancia. Incluye cerradura central con llave de seguridad, fallebas laterales, herrajes y anclajes, cableado eléctrico, puesta a punto, ajuste y comprobación de funcionamiento. La instalación se realizará alineada y nivelada, con todas las medidas de seguridad y señalización conforme a normativa. La puerta quedará totalmente instalada, ajustada y probada, cumpliendo las disposiciones de seguridad de la Directiva 2006/42/CE (Máquinas), UNE-EN 13241-1 (puertas motorizadas de uso industrial y comercial), CTE DB-SUA (seguridad de utilización) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Mano de obra.....		75,32
Resto de obra y materiales.....		665,58
Suma la partida.....		740,90
Costes indirectos	6,00%	44,45
TOTAL PARTIDA.....		**785,35**

08.02.07 **ud** **Ventana abatible 0.60x1,95m vidrio traslúcido**

Suministro y colocación de ventana abatible de aluminio lacado color gris metalizado, de 0,60 × 1,95 m, con perfil europeo de rotura de puente térmico (RPT) y acristalamiento traslúcido tipo 4/12/4, formado por vidrio laminado o templado 4+4 mm exterior con tratamiento ácido (mateado al ácido, translúcido blanco), cámara deshidratada de 12 mm con gas argón, y vidrio interior 4 mm incoloro, conforme a UNE-EN 1279 y CTE DB-HE 1. La ventana incluirá bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura multipunto o cremona, maneta de aluminio, burletes de estanqueidad EPDM, y sellado perimetral con silicona neutra color aluminio o gris, compatible con el material soporte. El conjunto se entregará perfectamente nivelado, estanco y ajustado, con colocación de calzos de apoyo y anclajes mecánicos a obra, pruebas de apertura y limpieza final. Cumple con las exigencias del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-SUA (seguridad de uso y accesibilidad) y la norma UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales exteriores). Incluye (marco, hoja, herrajes, burletes, acristalamiento traslúcido, silicona, anclajes), mano de obra completa de montaje, ajuste, limpieza final y señalización conforme a la normativa de acristalamientos de seguridad.

Mano de obra.....		83,00
Resto de obra y materiales.....		385,70
Suma la partida.....		468,70
Costes indirectos	6,00%	28,12
TOTAL PARTIDA.....		**496,82**

08.02.08 **m** **Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,20 m**

Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,20 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanquei-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

dad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Inluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.

Mano de obra		83,00
Maquinaria		9,87
Resto de obra y materiales		492,07
Suma la partida		584,94
Costes indirectos	6,00%	35,10
TOTAL PARTIDA		**620,04**

08.02.09 **m²** **Fachada ventilada sobre edificio existente**

Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm de espesor, núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad aproximada 40 kg/m³, y chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm de espesor. Los paneles se fijarán sobre subestructura galvanizada de 35 mm de espesor formada por perfiles tipo omega o "Z", anclada al paramento existente mediante tacos químicos, varillas roscadas y resina epoxi o anclajes mecánicos, según la naturaleza del soporte. Se conformará una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior, asegurando una ventilación neta = 1/500 de la superficie proyectada. Los paneles se montarán con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o cincado, provista de arandelas de estanqueidad EPDM, y bandas butílicas en testas y solapes para garantizar la estanqueidad al aire y al agua. Se ejecutarán todos los remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco, en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección del sistema. Incluye replanteo previo en obra, cortes, encuentros, ajustes, colocación de piezas especiales, medios auxiliares, seguridad y salud, limpieza final y gestión de residuos, dejando el cerramiento perfectamente alineado, estanco, ventilado y con acabado uniforme en color blanco.

Mano de obra		37,50
Resto de obra y materiales		108,45
Suma la partida		145,95
Costes indirectos	6,00%	8,76
TOTAL PARTIDA		**154,71**

08.02.10 **m²** **Fachada ventilada sobre edificio nuevo**

Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio, 0,5–0,6 mm, núcleo aislante rígido PUR/PIR (densidad ˜ 40 kg/m³) y chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm. Instalación directa sobre la estructura metálica o correas previstas en proyecto, sin subestructura adicional, conformando cámara ventilada continua con rejillas microperforadas antipájaros inferior y superior, garantizando ventilación neta mínima = 1/500 de la superficie de fachada. Juntas transversales y longitudinales selladas con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad frente a lluvia, viento y condensaciones. Fijación mecánica con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o acero cincado con recubrimiento anticorrosivo, con arandelas EPDM, conforme a especificaciones del fabricante y CTE DB-SE-AE (succión de viento). Ejecución de remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, plegado mínimo 40 mm, asegurando protección de cantos, continuidad estética y ventilación del sistema. Incluye: replanteo, cortes, encuentros, ajustes, piezas especiales, medios auxiliares y limpieza final, dejan-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		do el cerramiento alineado, estanco, ventilado y acabado uniforme en color blanco (RAL 9010 o similar).		
		Mano de obra		27,27
		Resto de obra y materiales		72,10
		Suma la partida		99,37
		Costes indirectos	6,00%	5,96
		TOTAL PARTIDA		**105,33**
08.02.11	**m²**	**Trasdosado interior**		
		Ejecución de trasdosado interior autoportante mediante estructura metálica galvanizada formada por montantes 48/70 mm a 600 mm de separación, anclados a canales perimetrales fijados a suelo y techo. Entre montantes se colocará aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y densidad 30–40 kg/m³, con velo negro acústico. Cierre interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, fijada con tornillería autorroscante a la estructura metálica. Ejecución de juntas tratadas con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie perfectamente lisa. Sellado perimetral con masilla o silicona acústica en encuentros con forjados, cerramientos o carpinterías, así como remates en huecos y rincones. Una vez seco y lijado el paramento, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca lisa, lavable. Incluye suministro y colocación de todos los materiales, perfilería galvanizada, placas de yeso laminado, aislamiento de lana mineral, tornillería, cintas y pastas de juntas, selladores, imprimación, pintura, medios auxiliares, replanteo, seguridad y limpieza final, dejando el trasdosado completamente terminado y listo para uso.		
		Mano de obra		26,55
		Resto de obra y materiales		30,85
		Suma la partida		57,40
		Costes indirectos	6,00%	3,44
		TOTAL PARTIDA		**60,84**
08.02.12	**m²**	**Acondiconamiento cubierta edificio existente**		
		Acondicionamiento integral de la cubierta plana no transitable del edificio existente, tras la demolición del acabado anterior, incluyendo la limpieza, regularización y preparación de la superficie de soporte para la aplicación del nuevo sistema de impermeabilización y acabado. Ejecución de impermeabilización bicapa compuesta por primera capa de imprimación bituminosa en frío, tipo emulsión asfáltica y segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre el soporte. Sobre la impermeabilización se colocará una capa de protección pesada mediante grava lavada (“chino rodado”) de 30–40 mm de diámetro y espesor 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana impermeabilizante frente a radiación solar y punzonamiento. Formación de petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, con altura aproximada de 10–15 cm, para contención de la grava y evitar su caída hacia la fachada ventilada. Se dispondrán piezas de remate metálico o vierteaguas galvanizado/lacado sobre el peto, garantizando la evacuación superficial del agua y evitando filtraciones. En los puntos bajos se dispondrán sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando una correcta evacuación de aguas. Incluye limpieza de soporte, formación de pendientes locales (si procede), imprimación, impermeabilización, geotextil, grava, petos, remates, drenajes, sellados, medios auxiliares, seguridad y gestión de residuos, dejando la cubierta completamente terminada, estanca, nivelada y funcional.		
		Mano de obra		51,16
		Resto de obra y materiales		36,04
		Suma la partida		87,20
		Costes indirectos	6,00%	5,23
		TOTAL PARTIDA		**92,43**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS

APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA

ACOM **ud** **Acometida de agua potable**

Acometida desde la red general de abastecimiento de agua hasta contador general según prescripciones de EMAYA, incluso obra de albañilería para conexión tanto a la red de abastecimiento, como a contador ubicado en armario incluso accesorios de conexión. Medida la longitud ejecutada, conexionada y probada según indicaciones de la Dirección Facultativa.

Resto de obra y materiales		624,00
Suma la partida		624,00
Costes indirectos	6,00%	37,44
TOTAL PARTIDA		**661,44**

AFS50PE **m** **Tubería PE 100 ALTA DENSIDAD, SDR 11, PN 16 - D=50 UNE EN 12201**

Tubería fabricada en PE 100 RC, multicapa para conducciones de agua a presión. Capa externa en color negro con bandas azules, altamente resistente a la fisuración y al punzonamiento y capa interna en color azul con aditivo antimicrobiano, resistente a los procesos de desinfección y protección anti-incrustaciones, SDR 11, PN 16 de diámetro exterior 50 mm y espesor 4.6 mm, i/p.p. accesorios. Fabricada según EN 12201 y PAS 1075.

Mano de obra		2,11
Resto de obra y materiales		4,79
Suma la partida		6,90
Costes indirectos	6,00%	0,41
TOTAL PARTIDA		**7,31**

APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET

AFS25 **m** **TUBO POLIPROPILENO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108.

Mano de obra		4,21
Resto de obra y materiales		2,53
Suma la partida		6,74
Costes indirectos	6,00%	0,40
TOTAL PARTIDA		**7,14**

ACS25AISL **m** **TUBO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8 AISLADA**

Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108, con aislamiento flexible tipo armaflex SH cumplimiendo el RITE.

Mano de obra		2,94
Resto de obra y materiales		9,67
Suma la partida		12,61
Costes indirectos	6,00%	0,76
TOTAL PARTIDA		**13,37**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES

V.CORTEASEO-R **ud** **Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no desmontable, roja**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada PN40 con mando palanca color Rojo

Mano de obra		4,44
Resto de obra y materiales		8,29
Suma la partida		12,73
Costes indirectos	6,00%	0,76
TOTAL PARTIDA		**13,49**

V.CORTEASEO-A **ud** **Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no demsontable, azul**

Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada con mando palanca color azul.

Mano de obra		4,44
Resto de obra y materiales		8,91
Suma la partida		13,35
Costes indirectos	6,00%	0,80
TOTAL PARTIDA		**14,15**

I INODORO **ud** **Instalación de inodoro mediante tubería multicapa**

Instalación de fontanería para un inodoro realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

Mano de obra		5,55
Resto de obra y materiales		35,93
Suma la partida		41,48
Costes indirectos	6,00%	2,49
TOTAL PARTIDA		**43,97**

I LAVABO **ud** **Instalación lavabo mediante tuberia multicapa**

Instalación de fontanería para un lavabo realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.

Mano de obra		5,55
Resto de obra y materiales		46,47
Suma la partida		52,02
Costes indirectos	6,00%	3,12
TOTAL PARTIDA		**55,14**

I URINARIO **ud** **Instalación de urinario mediante tubería multicapa**

Instalación de fontanería para un urinario realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.		
		Mano de obra		8,87
		Resto de obra y materiales		33,04
		Suma la partida		41,91
		Costes indirectos	6,00%	2,51
		TOTAL PARTIDA		**44,42**
I FREGADERO	**ud**	**Instalación de fregadero mediante tubería PEX**		
		Instalación de fontanería para un fregadero realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.		
		Mano de obra		11,09
		Resto de obra y materiales		58,04
		Suma la partida		69,13
		Costes indirectos	6,00%	4,15
		TOTAL PARTIDA		**73,28**
I LAVA	**ud**	**Instalación de lavajillas/lavadora mediante tubería PEX**		
		Instalación de fontanería para un lavavajillas/lavadora realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.		
		Mano de obra		11,09
		Resto de obra y materiales		36,87
		Suma la partida		47,96
		Costes indirectos	6,00%	2,88
		TOTAL PARTIDA		**50,84**

APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS

C110110	**ud**	**Bomba para circulación Yonos PICO 25/1-8-130**		
		Sumninistro e instalación de bomba estándar de alta eficiencia de rotor húmedo de la marca WILO modelo Yonos PICO 25/1-8-130 o similar con regulación electrónica.		
		Mano de obra		44,36
		Resto de obra y materiales		388,83
		Suma la partida		433,19
		Costes indirectos	6,00%	25,99
		TOTAL PARTIDA		**459,18**
C110111	**ud**	**Válvula mezcladora termostática para ACS**		
		Suministro e instalación de válvula termostática para ACS de la marca SEDICAL modelo VMT 3/4"o similar. Totalmente montada y funcionando.		
		Mano de obra		44,36
		Resto de obra y materiales		593,71
		Suma la partida		638,07
		Costes indirectos	6,00%	38,28
		TOTAL PARTIDA		**676,35**
C110112	**ud**	**Termostato de vaina para tubería**		
		Suministro y montaje de termostato. Totalmente montado y funcionando.		
		Mano de obra		4,44
		Resto de obra y materiales		12,68

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		17,12
		Costes indirectos	6,00%	1,03
		TOTAL PARTIDA		**18,15**
C110113	**ud**	**Manómetro**		
		Manómetro en baño de glicerina con una válvula bola de 1/2" y latiguillo, incluso montaje.		
		Mano de obra		6,90
		Resto de obra y materiales		36,29
		Suma la partida		43,19
		Costes indirectos	6,00%	2,59
		TOTAL PARTIDA		**45,78**
C110114	**ud**	**Termómetro de esfera**		
		Termometro de esfera, con su correspondiente caña.		
		Mano de obra		6,90
		Resto de obra y materiales		24,86
		Suma la partida		31,76
		Costes indirectos	6,00%	1,91
		TOTAL PARTIDA		**33,67**
C110115	**ud**	**Válvula de esfera Ø3/4", aislada y forrada**		
		Válvula de bola de latón de Ø1"mm de diámetro PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Aislada según RITE. Completamente instalada.		
		Mano de obra		6,90
		Resto de obra y materiales		10,44
		Suma la partida		17,34
		Costes indirectos	6,00%	1,04
		TOTAL PARTIDA		**18,38**
C110116	**ud**	**Válvula de retención Ø3/4"**		
		Válvula de retención Ø1" con rosca y cierre metálico. Totalmente instalada.		
		Mano de obra		8,61
		Resto de obra y materiales		12,72
		Suma la partida		21,33
		Costes indirectos	6,00%	1,28
		TOTAL PARTIDA		**22,61**
C110117	**ud**	**Filtro de malla metálico Ø32, c/rosca, asilado y forrado**		
		Filtro de malla metálico, aislado según RITE y tubería que intercepta. Totalmente instalado.		
		Mano de obra		6,90
		Resto de obra y materiales		8,52
		Suma la partida		15,42
		Costes indirectos	6,00%	0,93
		TOTAL PARTIDA		**16,35**
C110118	**ud**	**Grifos de desagüe Ø3/4"**		
		Grifo de desagüe conducido. Se incluye, embudo de desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe más próximo. Totalmente instalada.		
		Mano de obra		8,61
		Resto de obra y materiales		2,02
		Suma la partida		10,63

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos	6,00%	0,64
		TOTAL PARTIDA.....		**11,27**
C110119	**ud**	**Purgador automático, 1 válvula**		
		Purgador automático de aire con una válvula de bola de Ø3/4" situados en todos los puntos altos de la instalación y de los depósitos de ACS para la correcta evacuación del aire de la instalación. Incluida llave de corte. Totalmente instalado.		
		Mano de obra.....		8,61
		Resto de obra y materiales.....		52,87
		Suma la partida.....		61,48
		Costes indirectos	6,00%	3,69
		TOTAL PARTIDA.....		**65,17**
C110120	**ud**	**Válvula de seguridad Ø1 1/4" 8 bar**		
		Válvula de seguridad conducida de Ø1 1/4" presión de tarado 8 bar. Se incluye: embudo desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe. Totalmente instalada.		
		Mano de obra.....		17,26
		Resto de obra y materiales.....		36,89
		Suma la partida.....		54,15
		Costes indirectos	6,00%	3,25
		TOTAL PARTIDA.....		**57,40**
S110101	**ud**	**Bomba de calor aire/agua para ACS**		
		Bomba de calor aire/agua para ACS. Marca Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar: Dimensiones:1860xD.650 Material del calentador: Acero inoxidable Aislamiento: Poliuretano de alta densidad 50mm. Tª.max. adm. 80ºC Presión máx. de operación: 7bar Potencia BC. 700W Energía térmica proporcionada: 1.800W SCOP dhw (EN16147) clima medio/calido/frio 3.09/3.69/2.63 Cantidad de agua útil a 40ºC: 315 litros Tiempo de calentamiento: 06:29 Longitud máxima del conducto: 46 m.		
		Mano de obra.....		88,72
		Resto de obra y materiales.....		4.650,39
		Suma la partida.....		4.739,11
		Costes indirectos	6,00%	284,35
		TOTAL PARTIDA.....		**5.023,46**
S110103	**ud**	**Vaso de expansión para circuito ACS**		
		Suministro e instalación de vaso de expansión para circuito de ACS de la marca SEDICAL modelo Refix DD 12 o similar.		
		Mano de obra.....		44,36
		Resto de obra y materiales.....		211,56
		Suma la partida.....		255,92
		Costes indirectos	6,00%	15,36
		TOTAL PARTIDA.....		**271,28**

APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
GRIF-LAV	**ud**	**Mezclador temporizado para lavabo**		
		Suministro y colocación de grifo temporizado ecológico mezclador de 1/2" de diámetro, para instalación mural con cuerpo de latón cromado. Cierre automático a los 10 s. Con regulador de caudal de 6l/min. ahorro de agua 33%, modelo PRESTO ARTE CM, ref. 66900 de la empresa PRESTO IBERICA o similar, totalmente equipado, instalado y funcionando.		
		Mano de obra		11,09
		Resto de obra y materiales		550,15
		Suma la partida		561,24
		Costes indirectos	6,00%	33,67
		TOTAL PARTIDA		**594,91**
CER-LAV	**ud**	**Lavabo de porcelana sobre encimera**		
		Lavabo de porcelana sobre encimera, de la marca VALLADARES, modelo RECIFE o similar. Incluye sifón cilíndrico cromado y válvula clic-clac. Suministro y montaje incluido		
		Mano de obra		11,09
		Resto de obra y materiales		141,44
		Suma la partida		152,53
		Costes indirectos	6,00%	9,15
		TOTAL PARTIDA		**161,68**
CER-INOD	**ud**	**Inodoro suspendido con salida a pared (minusválidos)**		
		Inodoro suspendido con salida a pared, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar (minusválidos), inluye tapa, tanque empotrado y GEBERIT DUOFIX instalado. Suministro y montaje incluido.		
		Mano de obra		22,18
		Resto de obra y materiales		718,80
		Suma la partida		740,98
		Costes indirectos	6,00%	44,46
		TOTAL PARTIDA		**785,44**
CER-INOD 2	**ud**	**Inodoro suspendido con salida a a pared**		
		Inodoro suspendido con tanque integrado, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar tank in tank, suspendido, incluye soporte en L para la instalación mural, tapa y asiento. Suministro y montaje incluido.		
		Mano de obra		22,18
		Resto de obra y materiales		1.133,67
		Suma la partida		1.155,85
		Costes indirectos	6,00%	69,35
		TOTAL PARTIDA		**1.225,20**

APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS

BSDGVBSB	**m**	**Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110, enterrada**		
		Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.		
		Mano de obra		2,22
		Resto de obra y materiales		5,90
		Suma la partida		8,12
		Costes indirectos	6,00%	0,49
		TOTAL PARTIDA		**8,61**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
SDBN	**m**	**Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø125, enterrada**		
		Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.		
		Mano de obra		2,22
		Resto de obra y materiales		14,71
		Suma la partida		16,93
		Costes indirectos	6,00%	1,02
		TOTAL PARTIDA		**17,95**
SBBN	**ud**	**Acometida a Red Municipal**		
		Conexión de saneamiento desde red interior de saneamiento a la red general municipal, incluido pozo de bloqueo previo a la conexión de la red interior a la red general de saneamiento, ejecución de pozo, pagos a la compañía EMAYA, incluso proyecto y legalización de saneamiento. Según normas del ayuntamiento. Totalmente y funcionando.		
		Resto de obra y materiales		1.680,00
		Suma la partida		1.680,00
		Costes indirectos	6,00%	100,80
		TOTAL PARTIDA		**1.780,80**
HEHEE	**PA**	**Bajada pluvial desde cubierta**		
		Suministro y colocación de bajante pluvial de PVC evacuación serie B de Ø110 mm, oculta en el interior del tabique, con salida desde el sumidero de cubierta y conexión al drenaje exterior situado a pie de fachada. Incluye codos, accesorios, fijaciones, tramo horizontal de enlace hasta la red existente, y todos los trabajos necesarios para su instalación completa, como perforaciones, sellados, pruebas de estanqueidad y limpieza final. Bajante ejecutada con una altura aproximada de 3,25 m y conexión exterior, completamente instalada, estanca y en servicio, conforme a CTE DB-HS 5.		
		Resto de obra y materiales		400,00
		Suma la partida		400,00
		Costes indirectos	6,00%	24,00
		TOTAL PARTIDA		**424,00**

APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS

LAVABO	**ud**	**Conexionado de lavabo**		
		Instalación Suministro y montaje de válvula cromada y sifón sencillo curvo ø 40 mm. con tubo rebosadero y tapón para lavabo, y conexión a red de desagües. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, bote sifónico, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.		
		Mano de obra		4,44
		Resto de obra y materiales		31,48
		Suma la partida		35,92
		Costes indirectos	6,00%	2,16
		TOTAL PARTIDA		**38,08**
CONDENSADOS	**ud**	**Desagüe condensados climatización**		
		Suministro y colocación de desagüe de condensados para máquinas de climatización, con tubo de PVC Ø32mm. Incluye ppde piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño materail auxiliar.		
		Mano de obra		22,18
		Resto de obra y materiales		12,68

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		34,86
		Costes indirectos	6,00%	2,09
		TOTAL PARTIDA		**36,95**

INODORO HAB **ud** **Conexionado inodoro**

Conexionado de WC con tubo PVC ø 110 a colector general. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, collarin corta fuegos, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

Mano de obra		11,09
Resto de obra y materiales		83,02
Suma la partida		94,11
Costes indirectos	6,00%	5,65
TOTAL PARTIDA		**99,76**

CURINARIO **ud** **Conexionado urinario**

Suministro e instalación de sumidero de desagüe, con tubo de PVC Ø40mm. Incluye piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño material auxiliar.

Mano de obra		6,65
Resto de obra y materiales		16,83
Suma la partida		23,48
Costes indirectos	6,00%	1,41
TOTAL PARTIDA		**24,89**

APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN

EDE0503 **ud** **Extractor para aseos y vestuarios**

Suministro y montaje de extractores de Baño Serie SILENT. SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE o similar. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro con luz piloto, compuerta, temporizador 1-30min, detector de presencia y rodamiento a bolas, IP45, Clase II, con protector térmico, para trabajar a temperaturas de hasta 40ºC, de color WHITE para conectar a NT. Totalmente montado y funcionando.

Mano de obra		84,12
Resto de obra y materiales		133,92
Suma la partida		218,04
Costes indirectos	6,00%	13,08
TOTAL PARTIDA		**231,12**

COL110 **m** **Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110 colgada**

Suministro y colocación de tubería para colector horizontal, con abrazaderas isofónica, y collarines cortafuegos. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.

Mano de obra		3,33
Resto de obra y materiales		15,73
Suma la partida		19,06
Costes indirectos	6,00%	1,14
TOTAL PARTIDA		**20,20**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
GWGWEG	**ud**	**Sombrerete de ventilación metálico 30x30 cm**			
		Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 30×30 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
			Resto de obra y materiales		95,00
			Suma la partida		95,00
			Costes indirectos	6,00%	5,70
			TOTAL PARTIDA		**100,70**
WSEGWRGERG	**ud**	**Sombrerete de ventilación metálico 20×20 cm**			
		Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 20×20 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
			Resto de obra y materiales		70,00
			Suma la partida		70,00
			Costes indirectos	6,00%	4,20
			TOTAL PARTIDA		**74,20**
SDVSDV	**ud**	**Salida conductos aire cubierta**			
		Suministro y colocación de salida de conductos de aire en cubierta, tipo cuello de cisne, fabricada en chapa de acero galvanizado, compuesta por tramo curvo de conducto circular y base de apoyo y sellado para su correcta integración en la cubierta. La pieza permite la evacuación o toma de aire evitando la entrada directa de agua de lluvia y agentes atmosféricos, garantizando la continuidad del sistema de ventilación. Incluye fabricación en taller, fijación mecánica a la cubierta, sellado perimetral estanco, remates necesarios y adaptación al diámetro del conducto existente. Totalmente instalada y en funcionamiento.			
			Resto de obra y materiales		200,00
			Suma la partida		200,00
			Costes indirectos	6,00%	12,00
			TOTAL PARTIDA		**212,00**

APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM	**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**			
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.			
			Resto de obra y materiales		250,00
			Suma la partida		250,00
			Costes indirectos	6,00%	15,00
			TOTAL PARTIDA		**265,00**
PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.			
			Resto de obra y materiales		500,00
			Suma la partida		500,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA.....		**530,00**

APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CAFETERIA

SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES

BAT CONT 1 **ud** **CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES POR UD. PARA EDIF**

Centralización de contador trifásico de 63A. Incluye protección contra sobretensiones transitorias, del tipo I según norma UNE -EN 61643-11. Completamente terminada, dispuesta para dar servicio y ejecutada según normas de la compañía suministradora.

Mano de obra.....		40,36
Resto de obra y materiales.....		104,99
Suma la partida.....		145,35
Costes indirectos	6,00%	8,72
TOTAL PARTIDA.....		**154,07**

1F5X25 **m** **Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**

Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex

Mano de obra.....		1,22
Resto de obra y materiales.....		60,60
Suma la partida.....		61,82
Costes indirectos	6,00%	3,71
TOTAL PARTIDA.....		**65,53**

SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS DEPENDIENTES

ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS DEPENDIENTES

C.GENERAL **ud** **Cuadro Cafetería**

Armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 según UNE 20234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA.
1 Ud. Int. Aut. IV/50 curva C
1 Ud. interruptor automático diferencial 4/40A/300mA
1 Ud. Interruptor automático diferencial de 2/40A/300mA
2 Ud. interruptor automático diferencial 2/40A/30mA
1 Ud. Int. Aut.IV/40A curva C (Climatización)
1 Ud. Int. Aut. I+N/25A curva C (Cocina Horno)
6 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (varios)
2 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (Alumbrados)
Contactores, minuteros, relojes y señalización, incluido

Espacio de reserva mínimo del 20%.
Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje

Mano de obra.....		645,76
Resto de obra y materiales.....		1.255,37
Suma la partida.....		1.901,13
Costes indirectos	6,00%	114,07
TOTAL PARTIDA.....		**2.015,20**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
7F3X1.5	**m**	**Linea 2x1.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**		
		Línea 2X1.5 mm +T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		2,61
		Suma la partida		3,83
		Costes indirectos	6,00%	0,23
		TOTAL PARTIDA		**4,06**
7F3X2.5	**m**	**Linea 2x2.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**		
		Línea 2X2.5 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.		
		Mano de obra		1,22
		Resto de obra y materiales		4,44
		Suma la partida		5,66
		Costes indirectos	6,00%	0,34
		TOTAL PARTIDA		**6,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
1H5X10	**m**	**Línea 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor 0.6/1kV Afumex**			
		Línea de 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor RZ1K(AS) Cu 0.6/1kV			
			Mano de obra		1,21
			Resto de obra y materiales		29,13
			Suma la partida		30,34
			Costes indirectos	6,00%	1,82
			TOTAL PARTIDA		**32,16**
1F3X6	**m**	**Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
		Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.			
			Mano de obra		0,40
			Resto de obra y materiales		4,47
			Suma la partida		4,87
			Costes indirectos	6,00%	0,29
			TOTAL PARTIDA		**5,16**

SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR PUNTOS

ELEMENTO EDE01040302 ASEOS

PL-1	**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
		Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
			Mano de obra		20,18
			Resto de obra y materiales		21,43
			Suma la partida		41,61
			Costes indirectos	6,00%	2,50
			TOTAL PARTIDA		**44,11**
PL-2	**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**			
		Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
			Mano de obra		20,18
			Resto de obra y materiales		35,46
			Suma la partida		55,64
			Costes indirectos	6,00%	3,34
			TOTAL PARTIDA		**58,98**
PL-EMERGENCIA	**ud**	**Punto de luz para emergencia**			
		Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
			Mano de obra		8,07
			Resto de obra y materiales		13,34
			Suma la partida		21,41
			Costes indirectos	6,00%	1,28
			TOTAL PARTIDA		**22,69**
PL-DET	**ud**	**Punto de luz activado con detector de presencia**			
		Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
			Resto de obra y materiales		122,59
			Suma la partida		122,59
			Costes indirectos	6,00%	7,36

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
		TOTAL PARTIDA			**129,95**
PE-16A	**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
		Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			37,42
		Suma la partida			57,60
		Costes indirectos		6,00%	3,46
		TOTAL PARTIDA			**61,06**
P.EXTR ASEO	**ud**	**Punto para extractor en aseo**			
		Punto para extractor en aseo			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			20,78
		Suma la partida			40,96
		Costes indirectos		6,00%	2,46
		TOTAL PARTIDA			**43,42**
PE-25A	**ud**	**Punto de enchufe 25 A-II.**			
		Punto de enchufe 25 A-II, UNE 20315-94. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			106,54
		Suma la partida			126,72
		Costes indirectos		6,00%	7,60
		TOTAL PARTIDA			**134,32**
PL	**ud**	**Punto de luz**			
		Punto de luz, cable, tubo y pp de cajas y pequeño material.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			10,73
		Suma la partida			30,91
		Costes indirectos		6,00%	1,85
		TOTAL PARTIDA			**32,76**

ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA

PL-1	**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
		Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			21,43
		Suma la partida			41,61
		Costes indirectos		6,00%	2,50
		TOTAL PARTIDA			**44,11**
PE-16A	**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
		Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			37,42
		Suma la partida			57,60
		Costes indirectos		6,00%	3,46

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**61,06**
PREV-TL	**ud**	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)**		
		Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).		
		Mano de obra		12,11
		Resto de obra y materiales		6,47
		Suma la partida		18,58
		Costes indirectos	6,00%	1,11
		TOTAL PARTIDA		**19,69**
P-ORDENADOR	**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**		
		Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.		
		Mano de obra		32,29
		Resto de obra y materiales		47,91
		Suma la partida		80,20
		Costes indirectos	6,00%	4,81
		TOTAL PARTIDA		**85,01**

SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS

EDE010501	**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**		
		Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.		
		Mano de obra		2,02
		Resto de obra y materiales		131,08
		Suma la partida		133,10
		Costes indirectos	6,00%	7,99
		TOTAL PARTIDA		**141,09**
EDE010502	**ud**	**Downlight empotrable**		
		Suministro e instalación de downlight empotrable redondo modelo KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH de la marca LAMP o similar. Reflector fabricado en policarbonato mate y marco en acabado blanco y lamina óptica. Disipador de aluminio inyectado. Modelo para LED COB con temperatura de color blanco cálido y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP40. Clase de aislamiento II. Totalmente instalado y funcionando.		
		Mano de obra		20,18
		Resto de obra y materiales		115,25
		Suma la partida		135,43
		Costes indirectos	6,00%	8,13
		TOTAL PARTIDA		**143,56**
EDE010503	**ud**	**Tira flexible LED**		
		Suministro e instalación de tira flexible, modelo fine led de la marca LAMP. Modelo para LED MID POWER o similar, temperatura de color 3000K, CRI 80. Con un grado de protección IP20. Clase de aislamiento III. Horas de vida: 50.000 L70 B10. Se suministra en bobina de 5 metros y adhesivo 3M en la zona posterior. Estas tiras permiten el corte modular. Incluye disipador de alumnio y fuente de alimentación a tensión continua de 24 Vdc.		
		Mano de obra		2,02

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Resto de obra y materiales.....		85,55
		Suma la partida.....		87,57
		Costes indirectos	6,00%	5,25
		TOTAL PARTIDA.....		**92,82**

SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS

EQUIPOTENCIAL **ud** **Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias,**

Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias, agua fria, caliente y duchas.

Mano de obra.....		2,02
Resto de obra y materiales.....		38,88
Suma la partida.....		40,90
Costes indirectos	6,00%	2,45
TOTAL PARTIDA.....		**43,35**

RED-T.TIERRA **ud** **Red lineal de cable para toma tierra Cu 35mm2 desnudo**

Red lineal cable para toma de tierra con conexión, a base de bornas inox. GDP-18 y cable CU 1x25 mm2.

Mano de obra.....		4,04
Resto de obra y materiales.....		48,37
Suma la partida.....		52,41
Costes indirectos	6,00%	3,14
TOTAL PARTIDA.....		**55,55**

TT-1 **ud** **Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora**

Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora. El electrodo deberá ser de grafito de alto rendimiento, de la marca INGESCO.

Mano de obra.....		20,18
Resto de obra y materiales.....		125,75
Suma la partida.....		145,93
Costes indirectos	6,00%	8,76
TOTAL PARTIDA.....		**154,69**

SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM **ud** **Documentaciones y tramitaciones**

Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.

Resto de obra y materiales.....		250,00
Suma la partida.....		250,00
Costes indirectos	6,00%	15,00
TOTAL PARTIDA.....		**265,00**

PRUEBAS **ud** **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**

Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

Resto de obra y materiales.....		500,00

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA		**530,00**

APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV TECNICOS

SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS TÉCNICOS

PL-DET **ud** **Punto de luz activado con detector de presencia**

Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.

Resto de obra y materiales		122,59
Suma la partida		122,59
Costes indirectos	6,00%	7,36
TOTAL PARTIDA		**129,95**

PL-2 **ud** **Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**

Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.

Mano de obra		20,18
Resto de obra y materiales		35,46
Suma la partida		55,64
Costes indirectos	6,00%	3,34
TOTAL PARTIDA		**58,98**

PE-16A **ud** **Punto de enchufe de 16 A**

Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.

Mano de obra		20,18
Resto de obra y materiales		37,42
Suma la partida		57,60
Costes indirectos	6,00%	3,46
TOTAL PARTIDA		**61,06**

PL-EMERGENCIA **ud** **Punto de luz para emergencia**

Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).

Mano de obra		8,07
Resto de obra y materiales		13,34
Suma la partida		21,41
Costes indirectos	6,00%	1,28
TOTAL PARTIDA		**22,69**

EDE010501 **ud** **Bloque de emergencia 150 lum**

Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.

Mano de obra		2,02
Resto de obra y materiales		131,08
Suma la partida		133,10
Costes indirectos	6,00%	7,99

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
			TOTAL PARTIDA		**141,09**
EDE010504	**ud**	**Luminarias almacen**			
		Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.			
			Mano de obra		20,18
			Resto de obra y materiales		64,98
			Suma la partida		85,16
			Costes indirectos	6,00%	5,11
			TOTAL PARTIDA		**90,27**
PREV-TL	**ud**	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)**			
		Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).			
			Mano de obra		12,11
			Resto de obra y materiales		6,47
			Suma la partida		18,58
			Costes indirectos	6,00%	1,11
			TOTAL PARTIDA		**19,69**
P-ORDENADOR	**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**			
		Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.			
			Mano de obra		32,29
			Resto de obra y materiales		47,91
			Suma la partida		80,20
			Costes indirectos	6,00%	4,81
			TOTAL PARTIDA		**85,01**

SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN

PL-DET	**ud**	**Punto de luz activado con detector de presencia**			
		Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
			Resto de obra y materiales		122,59
			Suma la partida		122,59
			Costes indirectos	6,00%	7,36
			TOTAL PARTIDA		**129,95**
PL-1	**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
		Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
			Mano de obra		20,18
			Resto de obra y materiales		21,43
			Suma la partida		41,61
			Costes indirectos	6,00%	2,50
			TOTAL PARTIDA		**44,11**
PE-16A	**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
		Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
			Mano de obra		20,18
			Resto de obra y materiales		37,42
			Suma la partida		57,60
			Costes indirectos	6,00%	3,46

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		TOTAL PARTIDA		**61,06**
PL-EMERGENCIA	**ud**	**Punto de luz para emergencia**		
		Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).		
		Mano de obra		8,07
		Resto de obra y materiales		13,34
		Suma la partida		21,41
		Costes indirectos	6,00%	1,28
		TOTAL PARTIDA		**22,69**
EDE010501	**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**		
		Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.		
		Mano de obra		2,02
		Resto de obra y materiales		131,08
		Suma la partida		133,10
		Costes indirectos	6,00%	7,99
		TOTAL PARTIDA		**141,09**
EDE010504	**ud**	**Luminarias almacen**		
		Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.		
		Mano de obra		20,18
		Resto de obra y materiales		64,98
		Suma la partida		85,16
		Costes indirectos	6,00%	5,11
		TOTAL PARTIDA		**90,27**

SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO

PL-DET	**ud**	**Punto de luz activado con detector de presencia**		
		Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.		
		Resto de obra y materiales		122,59
		Suma la partida		122,59
		Costes indirectos	6,00%	7,36
		TOTAL PARTIDA		**129,95**
PL-3	**ud**	**Punto de luz de 1 encendida, 3 puntos**		
		Punto de luz de 1 encendida,3 puntos. Marca y modelo a elegir según memória de calidades.		
		Mano de obra		20,18
		Resto de obra y materiales		43,29
		Suma la partida		63,47
		Costes indirectos	6,00%	3,81
		TOTAL PARTIDA		**67,28**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN			PRECIO
PL-EMERGENCIA	**ud**	**Punto de luz para emergencia**			
		Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
		Mano de obra			8,07
		Resto de obra y materiales			13,34
		Suma la partida			21,41
		Costes indirectos	6,00%		1,28
		TOTAL PARTIDA			**22,69**
EDE010501	**ud**	**Bloque de emergencia 150 lum**			
		Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.			
		Mano de obra			2,02
		Resto de obra y materiales			131,08
		Suma la partida			133,10
		Costes indirectos	6,00%		7,99
		TOTAL PARTIDA			**141,09**
EDE010504	**ud**	**Luminarias almacen**			
		Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			64,98
		Suma la partida			85,16
		Costes indirectos	6,00%		5,11
		TOTAL PARTIDA			**90,27**
PE-16A	**ud**	**Punto de enchufe de 16 A**			
		Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			37,42
		Suma la partida			57,60
		Costes indirectos	6,00%		3,46
		TOTAL PARTIDA			**61,06**
PMOTORVENT	**ud**	**Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas**			
		Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas			
		Mano de obra			20,18
		Resto de obra y materiales			27,97
		Suma la partida			48,15
		Costes indirectos	6,00%		2,89
		TOTAL PARTIDA			**51,04**
PREV-TL	**ud**	**Prevision toma para telefono (tubo+caja)**			
		Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).			
		Mano de obra			12,11
		Resto de obra y materiales			6,47

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Suma la partida		18,58
		Costes indirectos	6,00%	1,11
		TOTAL PARTIDA		**19,69**
P-ORDENADOR	**ud**	**Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**		
		Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.		
		Mano de obra		32,29
		Resto de obra y materiales		47,91
		Suma la partida		80,20
		Costes indirectos	6,00%	4,81
		TOTAL PARTIDA		**85,01**

APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN TELECOMUNICACIONES

SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN

TEL. 02.05	**ud**	**Registro principal (Coaxial)**		
		Registro Principal en RITI (Coaxial): Registro de 50x70x30cm de acorde a la norma UNE20541 o UNE EN 50298. Correctamente colocado según plano. Todo según el pliego de condiciones.		
		Suma la partida		60,00
		Costes indirectos	6,00%	3,60
		TOTAL PARTIDA		**63,60**

SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO

TEL. 04.03	**m**	**Cableado distribución multipar**		
		Cableado distribución multipar 25 pares.		
		Suma la partida		3,40
		Costes indirectos	6,00%	0,20
		TOTAL PARTIDA		**3,60**
TEL. 04.07	**m**	**Cableado Distribución fibra óptica**		
		Cableado distribución Fibra óptica 24 (12 pares) fibras Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos de 4 pares cada uno.		
		Suma la partida		5,00
		Costes indirectos	6,00%	0,30
		TOTAL PARTIDA		**5,30**
TEL. 04.11	**m**	**Cableado de datos de usuario**		
		Cableado de usuario, UTP CAT6E.		
		Suma la partida		1,00
		Costes indirectos	6,00%	0,06
		TOTAL PARTIDA		**1,06**

SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y EQUIPOS DE USUARIO

TEL. 06.03	**u**	**P.A.U UTP (6 salidas)**		
		P.A.U. UTP (6 salidas). Roseta Hembra RJ45 CAT6E. Correctamente conectada al cable de dispersión. Y Multiplexor pasivo de 1 entrada y 6 salidas de 8 vías correctamente conectadas al cableado interior.		
		Suma la partida		22,00
		Costes indirectos	6,00%	1,32
		TOTAL PARTIDA		**23,32**
TEL. 06.05	**U**	**P.A.U Fibra óptica**		
		P.A.U. (punto acceso usuario) Fibra óptica. Roseta dúplex de terminación de red ,correctamente		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		conectada y fusionada al cable de dispersión.		
		Suma la partida		25,00
		Costes indirectos	6,00%	1,50
		TOTAL PARTIDA		**26,50**
TEL. 06.07	**u**	**Toma RJ45**		
		Toma RJ45 CAT6E, 8 vías correctamente conectada y comprobada. Con tapa misma serie mecanismos eléctricos.		
		Suma la partida		12,00
		Costes indirectos	6,00%	0,72
		TOTAL PARTIDA		**12,72**

SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE ESTACIÓN

P.A.01	**ud**	**Video portero automático para entrada general**		
		Video-Portero eléctrico, con comunicación entre el acceso al edificio y conserjería, empleando: - Placa exterior de portero automático de 1 llamada. - 1 placas exterior de portero, realizada en aluminio anodizado. - 1 telefonillos murales de portero. - 1 partida de líneas de audio, para el total de la instalación, bajo tubo de PVC, así como el cableado y conexionado. - Alimentadores, abrepuertas con retenedor y conmutaciones necesarias para el corresto funcionamiento del sistema de portero eléctrico. - Material complementario, piezas especiales, cajas de registro y derivación, lámpara de pulsador, conexiones, medios auxiliares, pequeño material y todos los elementos necesarios para su completa instalación y funcionamiento, líneas de alimentación y conexión eléctrica, según planos y documentación de proyecto, todas las unidades completamente instaladas, probadas y en funcionamiento. Medida la unidad completa por udidad de Vivienda. Instalado según normativa vigente.		
		Suma la partida		1.291,45
		Costes indirectos	6,00%	77,49
		TOTAL PARTIDA		**1.368,94**

SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO

DOC Y TRAM	**ud**	**Documentaciones y tramitaciones**		
		Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.		
		Resto de obra y materiales		250,00
		Suma la partida		250,00
		Costes indirectos	6,00%	15,00
		TOTAL PARTIDA		**265,00**
PRUEBAS	**ud**	**Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**		
		Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.		
		Resto de obra y materiales		500,00
		Suma la partida		500,00
		Costes indirectos	6,00%	30,00
		TOTAL PARTIDA		**530,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS

08.04.01 **m²** **Pavimento de piezas de terrazo color gris**

Pavimento interior de piezas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), uso intensivo según UNE-EN 13748-1, de 60x60 cm, color gris y en posesión de certificados de ensayos, con un pulido inicial en fábrica, para pulir y abrillantar en obra. COLOCACIÓN: en capa gruesa, a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-7,5, de 3 cm de espesor. Rejuntado con mortero de cemento blanco coloreado en juntas de 1 a 1,5 mm de espesor.

Mano de obra		12,51
Resto de obra y materiales		31,69
Suma la partida		44,20
Costes indirectos	6,00%	2,65
TOTAL PARTIDA		**46,85**

08.04.02 **m²** **Microcemento en paramento vertical**

Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada EI1 30-C5, de una hoja lisa de 203×82,5×4,5 cm, construida con alma de tablero aglomerado ignífugo, recubierta en ambas caras con laminado de alta presión (HPL), formado por capas de papel kraft impregnadas en resinas fenólicas, y con cantos de placa compacta HPL del mismo acabado.El conjunto incluye bastidor y cerco de madera maciza, montado sobre precerco de pino país de 90×35 mm, y tapajuntas de madera o MDF revestidos en HPL en ambas caras. Dotada de pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, juntas intumescentes perimetrales certificadas, y cierrapuertas aéreo homologado conforme a UNE-EN 1154, garantizando el cierre automático de la hoja. La instalación comprende replanteo, calzado y fijación de la puerta al premarco mediante tornillos galvanizados y espuma de poliuretano, ajuste de herrajes y comprobación final de funcionamiento y cierre estanco. La puerta cumple con las exigencias de resistencia al fuego EI1 30, clasificación de uso C5 (alta frecuencia de maniobras), y con las normas UNE-EN 1634-1 (ensayo de resistencia al fuego) y UNE-EN 14600 (comportamiento frente al fuego y humo). Acabado: laminado HPL color a definir por la Dirección Facultativa (habitualmente blanco o gris claro).
Uso previsto: puertas interiores de baños y zonas de servicio.

Mano de obra		56,28
Resto de obra y materiales		20,93
Suma la partida		77,21
Costes indirectos	6,00%	4,63
TOTAL PARTIDA		**81,84**

08.04.03 **m²** **Tabiquería interior de placas de yeso laminado**

Tabique sencillo (15+48+15)/400 (48) (2 hidrofugado), con placas de yeso laminado, de 78 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan dos placas en total (una placa tipo hidrofugado en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico y pasta y cinta para el tratamiento de juntas.

Mano de obra		16,31
Resto de obra y materiales		24,57
Suma la partida		40,88
Costes indirectos	6,00%	2,45
TOTAL PARTIDA		**43,33**

08.04.04 **ud** **Puerta exterior abatible lacada en blanco**

Suministro y colocación de puerta exterior abatible ciega de una hoja, dimensiones 203×82,5×3,5 cm, construida con tablero de MDF hidrófugo de alta densidad, con bastidor interior perimetral de madera maciza tratada y acabado prelacado en color blanco.Hoja lisa con moldura recta, apta para exposición exterior bajo marquesina o zona protegida. Incluye precerco de madera de pino

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		tratado de 90×35 mm, galces de MDF hidrófugo de 90×20 mm, y tapajuntas de MDF de 70×10 mm en ambas caras, todo en acabado lacado blanco a juego con la hoja. Herrajes compuestos por bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura de seguridad con falleba o picaporte doble acción, manilla sobre escudo largo acabado negro satinado, y burletes de estanqueidad en todo el perímetro. La instalación comprende replanteo, fijación del premarco a obra, montaje y ajuste de hoja y herrajes, sellado perimetral con silicona neutra blanca y comprobación final de funcionamiento, cierre y alineación.Puerta totalmente montada y probada, apta para uso exterior cubierto, cumpliendo con las exigencias de durabilidad, aislamiento y seguridad de uso del CTE DB-SU y DB-SI.		
			Mano de obra	44,44
			Resto de obra y materiales	483,27
			Suma la partida	527,71
			Costes indirectos 6,00%	31,66
			TOTAL PARTIDA	**559,37**
08.04.05	**ud**	**Puerta madera hoja lisa laminada HPL**		
		Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, de una hoja, lisa, de 203x82,5x4,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas ignífugo, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera maciza y cerco de madera maciza, sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso tapajuntas en ambas caras, pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar, juntas intumescentes, cierrapuertas aéreo, dispositivos de seguridad; alojamiento, calzado y fijación de la puerta al premarco con tornillos de acero galvanizado y espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre precerco y la puerta. Totalmente montado y probado.		
			Mano de obra	49,61
			Resto de obra y materiales	540,37
			Suma la partida	589,98
			Costes indirectos 6,00%	35,40
			TOTAL PARTIDA	**625,38**
08.04.06	**PA**	**Torno de control de accesos bidireccional**		
		Suministro y monetaje de torno motorizado de un solo acceso bidireccional, diseñado para ofrecer flujo eficiente y seguro de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida, gracias a su ancho de paso de 900 mm. Su motor ECO garantiza una larga vida útil con hasta 3.000.000 de ciclos, asegurando máxima durabilidad en entornos de alto tránsito como oficinas, edificios públicos, centros educativos o instalaciones corporativas. Dispone de barrera acrílica de apertura automática en el sentido de la marcha, que asegura una circulación fluida. Incorpora modo de emergencia, permitiendo la apertura inmediata en caso de señal de incendio o corte de corriente. Su indicador LED de estado facilita la orientación al usuario y mejora la usabilidad. La placa principal de configuración con display permite ajustar parámetros clave como tiempos de apertura, contador o entradas de relé. Fabricado en acero inoxidable SUS304 y barrera acrílica, ofrece un diseño ergonómico, robusto y elegante, compatible con sistemas de control de acceso de terceros Plug & Play. Además, incluye tapas universales para lectores de tarjetas, lo que lo convierte en una solución flexible y segura. Es decir, este torno, sirve para uso de paso libre, o lo que es más habitual, requiere de un control/lector de acceso ya sea por tarjeta, llavero o de la forma preferida, para restringir los accesos Incluye control de acceso autónomo, totalmente instalado y probado.		
			Resto de obra y materiales	4.900,00
			Suma la partida	4.900,00
			Costes indirectos 6,00%	294,00
			TOTAL PARTIDA	**5.194,00**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN

09.01 **m³** **Hormigón armado HA-30**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

Mano de obra		2,08
Maquinaria		3,61
Resto de obra y materiales		214,59
Suma la partida		220,28
Costes indirectos	6,00%	13,22
TOTAL PARTIDA		**233,50**

09.02 **m³** **Hormigón de limpieza**

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Mano de obra		5,50
Resto de obra y materiales		118,63
Suma la partida		124,13
Costes indirectos	6,00%	7,45
TOTAL PARTIDA		**131,58**

09.03 **kg** **Acero corrugado B500S/SD en barra**

Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.

Mano de obra		0,19
Maquinaria		0,25
Resto de obra y materiales		1,77
Suma la partida		2,21
Costes indirectos	6,00%	0,13
TOTAL PARTIDA		**2,34**

09.04 **kg** **Pernos de anclaje andén**

Pernos compuestos barras de acero corrugado B500SD, colocados cada metro en andén, según planos. Incluye taladros para su colocación, tareas de corte y doblado, anclaje mediante resina de adherencia y cualquier otra tarea necesaria para su correcta ejecución. Incluso pp. medios auxiliares, medidas medioambientales y control de calidad.

Mano de obra		4,15
Maquinaria		3,00
Resto de obra y materiales		5,25
Suma la partida		12,40
Costes indirectos	6,00%	0,74

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		TOTAL PARTIDA	**13,14**

09.05 **ud** **Reparación andén existente**

Reparación integral de andenes actuales, según el Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes redactado incluyendo la totalidad de las actuaciones definidas en el Anejo 6 – Anexo VIII del Proyecto Constructivo.

Los trabajos incluidos en esta partida comprenden todas las unidades necesarias para la rehabilitación estructural y de durabilidad de los andenes, y en particular:

- Limpieza intensa y preparación de superficies de hormigón.
- Reparaciones superficiales de hormigón, saneo y restitución de recubrimientos.
- Pasivación de armaduras según prescripciones del PPTP.
- Protección e impermeabilización integral mediante morteros cementosos elásticos.
- Sustitución del sellado de juntas de dilatación.
- Inyección de fisuras con resina epoxi (>0,2 mm) y sellado elastomérico (<2 mm).
- Restauración de volúmenes perdidos con mortero tixotrópico.
- Ejecución de taladros en hormigón armado y ventilación interior mediante rejillas 200×200 mm.

Todas las operaciones auxiliares necesarias para su correcta ejecución: preparación de superficies, limpieza, accesos, medios auxiliares, y seguridad y salud.

Resto de obra y materiales		70.048,91
Suma la partida		70.048,91
Costes indirectos	6,00%	4.202,93
TOTAL PARTIDA		**74.251,84**

CAPÍTULO 10 JARDINERÍA

RETARB **ud** **Retirada de árboles**

Retirada de árboles mediante medios manuales y/o mecánicos. Se incluyen todos los trabajos necesarios para ello. Incluso p.p. de tala de ramas y tronco, destoconado con posterior relleno del hueco de la cepa con tierra, adecuación del material para su entrega a gestor (limpieza de raíces, corte de ramas y tronco, etc.) recogida y carga sobre camión o contenedor de la broza generada, transporte y entrega a gestor autorizado. Incluye cualquier canon

Mano de obra		49,45
Maquinaria		107,67
Resto de obra y materiales		4,71
Suma la partida		161,83
Costes indirectos	6,00%	9,71
TOTAL PARTIDA		**171,54**

UJA050 **m²** **Aporte de tierra vegetal y extendido**

Aporte y extendido de tierra vegetal cribada, suministrada a granel desde planta autorizada, con contenido en materia orgánica =3 % y granulometría adecuada para usos de jardinería y revegetación. La tierra se extenderá con medios mecánicos en capas de espesor uniforme de 80 cm, evitando compactaciones excesivas y daños a las plantas o instalaciones existentes. Incluye el perfilado y nivelación final del terreno, protección y señalización del área de trabajo, así como las operaciones de ajuste manual y limpieza necesarias para dejar la superficie en condiciones de plantación o siembra. Comprende el suministro, transporte, descarga, extendido y nivelado, así como los medios auxiliares y medidas de seguridad y salud necesarias para la correcta ejecución.

Mano de obra		1,44
Maquinaria		3,85
Resto de obra y materiales		14,17
Suma la partida		19,46

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN		PRECIO
		Costes indirectos	6,00%	1,17
		TOTAL PARTIDA.....		**20,63**
PLTRECT15010	**m**	**Pletina rectangular de acero 120x10mm para alcorque y jardineras**		
		Sumnistro y colocación de pletina rectangular de acero corten de 12 cm de profundidad y 1 cm de espesor en formación de alcorque de diversas medidas y formas en planta, soldada en taller o en obra, con canto superior romo, juntas de dilatación entre chapas, pletinas de apoyo de 5x15x1cm sobre la solera de hormigón y sellado de juntas con el pavimento de adoquín con sikaflex 11FC. Completamente instalada. Incluye material auxiliar y anclajes. Según detalles de planos.		
		Mano de obra.....		3,86
		Maquinaria		0,14
		Resto de obra y materiales.....		38,79
		Suma la partida.....		42,79
		Costes indirectos	6,00%	2,57
		TOTAL PARTIDA.....		**45,36**
UJP010pCA	**ud**	**Suministro y Plantación de árbol tipo Melia azedarach**		
		Suministro y plantación de árbol ornamental Melia azedarach (Melia), con perímetro de tronco comprendido entre 14 y 16 cm a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado y en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor. La plantación se realizará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal cribada y substratos vegetales fertilizados (mezcla de materia orgánica y sustrato universal) para garantizar el arraigo. Incluye formación de alcorque perimetral, colocación de tutor individual de madera tratada o metálico galvanizado, amarre con cinta flexible, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende el replanteo de la alineación de plantación, el suministro de materiales, transporte, herramientas, medios auxiliares, seguridad y todos los trabajos necesarios para dejar el árbol correctamente plantado, alineado y enraizado, conforme a las buenas prácticas de jardinería y a la Norma UNE 170001-1.		
		Mano de obra.....		9,93
		Maquinaria		3,46
		Resto de obra y materiales.....		54,70
		Suma la partida.....		68,09
		Costes indirectos	6,00%	4,09
		TOTAL PARTIDA.....		**72,18**
UJP010pCAASC	**ud**	**Suministro y Plantación de árbol tipo Tilo**		
		Suministro y plantación de árbol de sombra Tilo (Tilia hybrida argentea) de 20–25 cm de perímetro de tronco medido a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar y tutor de guía si procede. nLa plantación se ejecutará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal seleccionada y cribada, mezcla de sustratos orgánicos fertilizados, y formación de alcorque perimetral para recogida de riego. Incluye colocación de tutor de madera tratada o metálico galvanizado, amarre flexible no dañino, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos y materiales necesarios: replanteo, excavación, plantación, relleno, compactado, aporte de sustratos, tutorado, riego y limpieza, así como medios auxiliares y medidas de seguridad, conforme a la Norma UNE 170001-1.		
		Mano de obra.....		9,93
		Maquinaria		3,46
		Resto de obra y materiales.....		125,77
		Suma la partida.....		139,16
		Costes indirectos	6,00%	8,35
		TOTAL PARTIDA.....		**147,51**
UJP010pCASDV	**ud**	**Suministro y Plantación de arbusto madroño**		

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Suministro y plantación de arbusto perenne tipo Madroño, de 80 cm de altura media, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm excavado mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato vegetal fertilizado, garantizando el correcto drenaje y la aireación del suelo. Incluye formación de alcorque, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos necesarios: replanteo, excavación, relleno, compactado, aporte de sustratos, riego y limpieza, así como medios auxiliares, mano de obra especializada y medidas de seguridad, ejecutado conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.

Mano de obra		10,60
Maquinaria		3,46
Resto de obra y materiales		64,09
Suma la partida		78,15
Costes indirectos	6,00%	4,69
TOTAL PARTIDA		**82,84**

DFNFGNFGN **ud** **Suministro y Plantación de ciprés**

Suministro y plantación de ciprés común (Cupressus sempervirens) para formación de seto perimetral, de 1,75 m de altura, en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm, abierto mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato orgánico fertilizado, asegurando el correcto enraizamiento y drenaje. Incluye alineación y replanteo de la línea de plantación, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias, dejando los ejemplares correctamente plantados, alineados y en condiciones de crecimiento óptimo, conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.

Mano de obra		5,55
Maquinaria		0,54
Resto de obra y materiales		8,53
Suma la partida		14,62
Costes indirectos	6,00%	0,88
TOTAL PARTIDA		**15,50**

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 11 VARIOS

SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN

APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

PABND **m** **Pintura acrílica en banda de hasta 30 cm en eje**

Pintura acrílica especial ciudad, en banda de hasta 30 cms de ancho, en eje, de forma continua o discontinua, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempor de espera de secado.

Mano de obra		2,47
Maquinaria		2,83
Resto de obra y materiales		0,84
Suma la partida		6,14
Costes indirectos	6,00%	0,37
TOTAL PARTIDA		**6,51**

PATRANS **m²** **Pintura acrílica en marcas transversales**

Pintura acrílica especial ciudad, marcas transversales en isletas, pasos de peatones, lineas de parada, dados de 30x50 cms, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempo de espera de secado.

Mano de obra		4,04
Maquinaria		5,66
Resto de obra y materiales		11,62
Suma la partida		21,32
Costes indirectos	6,00%	1,28
TOTAL PARTIDA		**22,60**

SDVSDVS **ud** **Señalización y pintado de plazas de aparcamiento especiales (PMR**

Ejecución de señalización horizontal y pintado de plazas de aparcamiento especiales, sobre pavimento de hormigón o asfalto, mediante la aplicación de pintura epoxi o acrílica de tráfico de alta resistencia, color azul RAL 5015/5017 para PMR o verde RAL 6018/6024 para vehículo eléctrico, según el uso indicado en planos. Incluye la limpieza y barrido del pavimento, aplicación de imprimación selladora epoxi para favorecer la adherencia, y dos manos de pintura de acabado aplicada mediante rodillo o pistola, con líneas perimetrales blancas de 10 cm y pictogramas o símbolos identificativos (silla de ruedas para PMR o símbolo de recarga “EV/rayo/enchufe” para vehículo eléctrico) en color blanco.
Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, protecciones, señalización temporal y limpieza final, dejando las plazas correctamente delimitadas, visibles, antideslizantes y en servicio.

Mano de obra		2,22
Maquinaria		3,77
Resto de obra y materiales		8,30
Suma la partida		14,29
Costes indirectos	6,00%	0,86
TOTAL PARTIDA		**15,15**

APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL

SCUG **ud** **Señal rectangular con texto**

Suministro y colocación de señal vertical rectangular informativa o direccional, de dimensiones según planos, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Superficie con texto, flechas o pictogramas serigrafiados en vinilo negro o azul/blanco según la tipología, fondo

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

en color conforme al Manual de Señalización de la DGT o normativa específica (azul para información, blanco para servicios, amarillo para obras o estación ferroviaria). Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, empotrado y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m o fijado mediante anclaje mecánico. Incluye cartelería, soportes, tornillería inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares, y medidas de seguridad y limpieza final. Se dejará completamente instalada, vertical, alineada y lista para servicio, cumpliendo lo dispuesto en las normas UNE 135340, UNE 135314 y el Manual de Señalización Vertical.

Mano de obra		24,32
Resto de obra y materiales		484,42
Suma la partida		508,74
Costes indirectos	6,00%	30,52
TOTAL PARTIDA		**539,26**

SC90 **ud** **Señal circular/octogonal de 60 cm de diámetro**

Suministro y colocación de señal vertical circular u octogonal de 60 cm de diámetro, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante tipo clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, fijado al terreno mediante empotramiento y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 (0,40×0,40×0,60 m) o mediante tornillería de anclaje, según el tipo de base. Incluye: cartel, soporte, anclajes, tornillería de acero inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares y seguridad. Se dejará completamente instalada, alineada, vertical y en servicio, cumpliendo el Manual de Señalización Vertical y la normativa UNE 135340/135314.

Mano de obra		24,32
Resto de obra y materiales		439,56
Suma la partida		463,88
Costes indirectos	6,00%	27,83
TOTAL PARTIDA		**491,71**

SCU90 **ud** **Señal indicativa de estación ferroviaria tipo "PETRA"**

Suministro y colocación de señal direccional indicativa de estación ferroviaria de Petra, fondo amarillo reflectante clase 2 (microprismático) con texto en negro y pictograma de tren, según UNE 135340 y Manual de Señalización. Fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, plegada en los bordes y con laminado reflectante de alta intensidad. Montada sobre poste tubular galvanizado Ø80 mm, anclado a zapata de hormigón en masa HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m con pernos de anclaje. Incluye herrajes, abrazaderas, tornillería, nivelación y replanteo.Color base RAL 1023 (amarillo tráfico), rotulación en vinilo negro de alta durabilidad, resistente a radiación UV. Totalmente instalada y alineada, lista para su uso, cumpliendo las normas de señalización y visibilidad diurna/nocturna.

Mano de obra		30,97
Resto de obra y materiales		505,96
Suma la partida		536,93
Costes indirectos	6,00%	32,22
TOTAL PARTIDA		**569,15**

SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES

11.02.01 **ud** **Banco tipo Malaga WPC o similar sin respaldo**

Suministro e instalación de banco modular modelo Málaga WPC, de Cervic o similar, Incluye suministro, transporte, colocación sobre base nivelada de mortero o solera de hormigón HM-20,

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

alineación, sellado perimetral y limpieza final, quedando el banco perfectamente instalado en andén y estable. Medición por unidad completamente terminada y enrasada con el pavimento del andén.

Mano de obra		44,36
Resto de obra y materiales		1.185,83
Suma la partida		1.230,19
Costes indirectos	6,00%	73,81
TOTAL PARTIDA		**1.304,00**

SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS

11.03.01 **ud** **Papelera tipo Cerdanyola o similar**

Suministro y colocación de papelera urbana tipo “Cerdanyola” o similar, de chapa perforada galvanizada y pintada al horno, con soporte de tubo de acero galvanizado, anclado firmemente al pavimento mediante empotramiento o tornillería de acero inoxidable. Dimensiones aproximadas: 425×385×1032 mm y capacidad 60 litros. Incluye todos los accesorios de fijación, anclajes, tornillería, nivelación, alineación, limpieza final y comprobación de estabilidad, así como el suministro de todos los materiales y medios auxiliares necesarios. Papelera totalmente instalada y en servicio.

Mano de obra		18,18
Resto de obra y materiales		149,90
Suma la partida		168,08
Costes indirectos	6,00%	10,08
TOTAL PARTIDA		**178,16**

SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO

11.04.01 **m** **Vallado cerramiento andén**

Suministro y montaje de verja ULTRA de Rivisa o similar, de 2,00 m de altura, formada por bastidores electrosoldados con perfiles horizontales 40x40 mm y barrotes verticales 25x25 mm, conforme a la configuración estándar del fabricante. Postes metálicos cuadrados 60x60 mm, anclados al andén mediante placas base y anclajes químicos M16, perfectamente aplomados y alineados. La unión poste–bastidor se realizará mediante los casquillos o accesorios específicos del sistema ULTRA, garantizando un montaje rápido, sin soldaduras, y equipado con tornillería de seguridad indesmontable. Protección anticorrosiva mediante el sistema Protecline® del fabricante (galvanizado en caliente + plastificado), con acabado en color blanco RAL 9016. La partida incluye: replanteo, mecanización previa en taller, montaje, anclajes, accesorios específicos, protección de superficies adyacentes y verja completamente instalada y en servicio.

Mano de obra		20,47
Resto de obra y materiales		196,32
Suma la partida		216,79
Costes indirectos	6,00%	13,01
TOTAL PARTIDA		**229,80**

11.04.02 **m** **Vallado perimetral**

Suministro y colocación de vallado perimetral formado por malla de simple torsión galvanizada y plastificada en color verde RAL 6015, con paso de malla de 40 mm y alambre de 2,7/3 mm de diámetro, fijada a postes metálicos de acero galvanizado de Ø48 mm y 2,40 m de altura, dispuestos cada 2,5 m aproximadamente, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 30×30×40 cm. Incluye la colocación de tensores, alambres superior, intermedio e inferior, grapas y accesorios de fijación, así como la alineación, nivelación y tesado de la malla. Comprende todos los materiales, herrajes, medios auxiliares, replanteo, excavación de dados, hormigonado, relleno, compactación y limpieza final, dejando el cerramiento completamente instalado, tensado y en ser-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

vicio.

Mano de obra		8,08
Resto de obra y materiales		29,21
Suma la partida		37,29
Costes indirectos	6,00%	2,24
TOTAL PARTIDA		**39,53**

11.04.03 **ud** **Puerta cancela**

Suministro y colocación de puerta cancela metálica de una hoja, de 7,00 m de longitud y 2,00 m de altura, formada por bastidor de perfiles tubulares de acero galvanizado, con relleno de mallazo electrosoldado galvanizado de cuadrícula 100×50 mm y alambre Ø4 mm, y acabado plastificado color verde RAL 6015, igual al vallado perimetral. La cancela incluye poste de bisagra y poste de cerrojo de tubo de acero galvanizado de 80 mm de diámetro y 3 mm de espesor, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 40×40×50 cm, con tiranta de refuerzo de 3 m de altura según longitud de hoja. Incluye bisagras reforzadas, cerradura de seguridad con falleba o pestillo, topes de apertura, accesorios de fijación, herrajes galvanizados, y pintura plástica protectora del mismo tono que el cerramiento.Comprende todos los materiales, herrajes, anclajes, excavación y hormigonado de dados, replanteo, medios auxiliares, mano de obra, limpieza final y pruebas de funcionamiento, dejando la cancela perfectamente instalada, alineada y en servicio.

Mano de obra		6,97
Resto de obra y materiales		1.261,38
Suma la partida		1.268,35
Costes indirectos	6,00%	76,10
TOTAL PARTIDA		**1.344,45**

SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO EXISTENTE

WEGW **m** **Limpieza y acondicionamiento vallado vias**

Limpieza y acondicionamiento superficial de vallado hacia la vias existente con murete de hormigón y vallado metálico, afectado por suciedad, eflorescencias y depósitos superficiales. Los trabajos incluyen lavado a presión con agua limpia (mín. 120 bar) para eliminar polvo, restos biológicos, manchas, carbonatación superficial y residuos adheridos; cepillado manual o mecánico en zonas localizadas; aplicación puntual de limpiador neutro o decapante suave donde sea necesario para recuperar la uniformidad del paramento; limpieza perimetral de juntas y coronación, y retirada de restos y residuos a gestor autorizado. Comprende todos los medios auxiliares, herramientas, productos de limpieza para dejar el murete en buen estado estético y sin residuos visibles, sin alterar su integridad estructural ni la del vallado superior.

Resto de obra y materiales		15,00
Suma la partida		15,00
Costes indirectos	6,00%	0,90
TOTAL PARTIDA		**15,90**

SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO ANDÉN

11.06.01 **m²** **Pintura antihumedad en murete de andén, color blanco**

Aplicación de pintura plástica antihumedad de alta resistencia, transpirable y lavable, color blanco, sobre paramento de hormigón en el murete del andén. El trabajo incluye la limpieza previa de la superficie, eliminación de polvo, eflorescencias, aplicación de una capa de imprimación selladora acrílica para favorecer la adherencia y dos manos de pintura plástica antihumedad al silicato o acrílica reforzada, aplicada mediante rodillo o pistola en capas uniformes. Comprende protección de elementos adyacentes, andamiaje o medios auxiliares, herramientas, mano de obra cua-

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

lificada y limpieza final. Acabado final continuo, uniforme y sin brillos, cumpliendo las especificaciones del fabricante y las exigencias del CTE DB-HS1 (protección frente a la humedad).

Mano de obra		9,98
Resto de obra y materiales		4,78
Suma la partida		14,76
Costes indirectos	6,00%	0,89
TOTAL PARTIDA		**15,65**

CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

12.01 **Ud** **Partida de gestión de residuos**

Partida de gestión de residuos de acuerdo a lo expuesto en el correspondiente anejo.

Resto de obra y materiales		88.915,60
Suma la partida		88.915,60
Costes indirectos	6,00%	5.334,94
TOTAL PARTIDA		**94.250,54**

CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD

13.01 **ud** **Partida de Seguridad y Salud**

Medidas de Seguridad y Salud durante la obra, detalladas según mediciones y precios descritos en el Anejo correspondiente del proyecto, para cumplimiento del RD 1627/1997 relativo a las medidas de protección individual, colectivas, de extinción de incendios, eléctricas, instalaciones de higiene y bienestar, medicina preventiva y primeros auxilios y formación y reunión de obligado cumplimiento.

Resto de obra y materiales		100.591,00
Suma la partida		100.591,00
Costes indirectos	6,00%	6.035,46
TOTAL PARTIDA		**106.626,46**

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS			
01.01	**ud Desmontaje de farolas**			
	Desmontaje completo de farola existente, incluyendo luminaria, brazo, báculo, base de anclaje, caja de conexión, cableado hasta arqueta, y elementos de fijación. Comprende desconexión eléctrica, desmontaje manual o mecánico, retirada y carga para transporte, gestión de residuos y acopio de elementos aprovechables. Incluye medios auxiliares, herramientas, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución conforme al R.E.B.T. e instrucciones de la Dirección Facultativa.	32,00	23,84	762,88
01.02	**ud Desmontaje de marquesina metálica andén**			
	Desmontaje completo de marquesina metálica ligera, compuesta por estructura metálica y cubierta. Comprende el desmontaje mediante grúa, retirada de luminarias, desmontaje de anclajes o placas de fijación, carga, transporte y gestión de residuos o acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, grúa si es necesaria y medidas de seguridad conforme al R.D. 1627/1997 y normativa vigente.	1,00	288,28	288,28
01.03	**ud Desmontaje de bancos**			
	Retirada completa de banco anclado sobre pavimento de hormigón, incluyendo desmontaje de asiento, respaldo y apoyos metálicos o de fundición, desatornillado o corte de anclajes mecánicos, limpieza del pavimento y recuperación del banco para su posible reutilización. Comprende la carga, transporte y acopio del material en zona indicada por la Dirección Facultativa para su posterior reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares, protección del pavimento existente y medidas de seguridad necesarias conforme al R.D. 1627/1997.	6,00	11,67	70,02
01.04	**m² Desmontaje de estructura metálica edificio de control**			
	Desmontaje completo de edificio prefabricado/modular de estructura metálica ligera, con cerramientos y cubierta tipo panel, carpinterías metálicas/aluminio, pavimentos y acabados interiores, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo desatornillado o corte de uniones, retirada ordenada de paneles de fachada y cubierta, levantado de carpinterías, puertas, vidrios, falsos techos y luminarias, desconexión y desmontaje de instalaciones interiores, y retirada de tornillería y anclajes a losa. Comprende carga manual sobre camión/contenedor, transporte y gestión en gestor autorizado de los residuos no reutilizables, así como acopio de elementos recuperables. Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares, herramientas, grúa o elevador si fuera necesario, señalización, seguridad y limpieza final, dejando la zona libre y en condiciones para posteriores trabajos.	24,00	95,81	2.299,44
01.05	**m Levantado de barandilla metálica de 100 cm**			
	Levantado con medios manuales y equipo de oxicorte de barandilla metálica recta de aproximadamente 1,00 m de altura, incluyendo el corte o desmontaje de anclajes, retirada de los elementos metálicos, carga manual sobre camión y gestión de residuos. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias.	263,00	12,71	3.342,73
01.06	**m Desmontaje de cierre metálico**			
	Desmontaje completo de cierre metálico existente, con postes metálicos, pletinas, tornillería y anclajes sobre zapata o murete de hormigón. Comprende el corte o desatornillado de los elementos, extracción de postes y anclajes, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para reutilización. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	474,00	8,49	4.024,26
01.07	**ud Desmontaje de torre de media tensión**			
	Desmontaje completo de torre metálica de línea de media tensión, incluyendo estructura soporte, crucetas, aisladores, herrajes, conductores, elementos de puesta a tierra y anclajes. Comprende la desconexión previa de la línea por empresa autorizada, desmontaje manual o mecánico de los elementos estructurales, corte o retirada de cimentaciones superficiales si existen, acopio y carga de materiales reutilizables, retirada de residuos y transporte a gestor autorizado. Incluye medios auxiliares,			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	grúa, herramientas, mano de obra especializada y medidas de seguridad según Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RD 223/2008), R.D. 614/2001 sobre riesgo eléctrico y normativa aplicable.	2,00	2.335,08	4.670,16
01.08	**ud Desmontaje de señalización**			
	Retirada completa de elementos de señalización vertical, informativa o direccionales existentes, incluyendo carteles, placas, paneles, mástiles, anclajes y cimentaciones superficiales si las hubiera. Comprende el desmontaje mecánico, desconexión eléctrica en caso de señalización iluminada, acopio y transporte de los elementos aprovechables, retirada y gestión de residuos conforme a la normativa vigente. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias según indicaciones de la Dirección Facultativa.	15,00	29,09	436,35
01.09	**ud Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco**			
	Talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra y camión con cesta. Incluso extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos, y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	6,00	87,23	523,38
01.10	**PA Retirada servicios existentes**			
	Retirada y desmantelamiento de los servicios existentes en el ámbito de actuación, incluyendo todas las canalizaciones, arquetas, cableados, acometidas eléctricas y redes enterradas en desuso o que interfieran con las nuevas obras. Comprende el desmontaje y retirada manual o mecánica de canalizaciones, arquetas, cuadros eléctricos y cimentaciones, corte y desconexión segura de líneas activas, separación y clasificación de materiales, carga, transporte y gestión de residuos a vertedero o gestor autorizado, así como el saneo, relleno, compactación y limpieza final del terreno. Incluye replanteo, medios auxiliares, señalización, vallado, medidas de seguridad, control de riesgos eléctricos, herramientas, y dirección y supervisión de los trabajos, dejando la zona completamente despejada y en condiciones para la ejecución de las nuevas instalaciones.	1,00	5.300,00	5.300,00
	TOTAL CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS			**21.717,50**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES			
02.01	**m Demolición de bordillo de hormigón**			
	Demolición de bordillo de hormigón asentado sobre base de hormigón, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo el levantado, rotura del mortero de agarre, limpieza de la zona, carga manual sobre camión o contenedor. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	451,00	4,01	1.808,51
02.02	**m² Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico**			
	Demolición de pavimento de aglomerado asfáltico en calzada, mediante retroexcavadora equipada con martillo rompedor, incluyendo el corte, levantado y fragmentado del firme, carga mecánica sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye maquinaria, mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, así como la limpieza final de la superficie.	2.150,00	9,17	19.715,50
02.03	**m² Demolición de pavimento tipo panot**			
	Demolición de pavimento de baldosas y/o losetas de hormigón tipo panot, mediante martillo neumático, incluyendo el levantado, rotura de las piezas y de la capa de asiento, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	804,00	4,38	3.521,52
02.04	**m² Demolición de pavimento continuo de hormigón armado**			
	Demolición de pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, mediante martillo neumático y equipo de oxicorte para el corte de armaduras, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, incluyendo la fragmentación, limpieza, carga manual sobre camión o contenedor y transporte a vertedero o gestor autorizado. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	1.191,00	22,38	26.654,58
02.05	**ud Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta**			
	Demolición y desmontaje de armario de alumbrado adosado a caseta, incluyendo la desconexión y retirada de líneas eléctricas, desmontaje de envolvente metálica o de poliéster, anclajes, base de apoyo y elementos interiores. Comprende la carga manual sobre camión o contenedor y transporte a gestor autorizado o zona de acopio para su posible reutilización. Incluye mano de obra cualificada, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad sobre riesgo eléctrico y normativa vigente.	1,00	69,59	69,59
02.06	**m² Demolición cubierta de edificio existente**			
	Desmontaje completo de cubierta inclinada de teja existente, mediante medios manuales y mecánicos ligeros, incluyendo la retirada ordenada de las tejas, rastreles, tablero o elementos de apoyo, hasta dejar el plano del forjado estructural limpio y nivelado. La operación comprende igualmente la demolición de los aleros perimetrales de la cubierta, ejecutada con picas eléctricas o martillo ligero, garantizando la continuidad del plano estructural y evitando daños en los elementos contiguos. Se incluyen todos los medios auxiliares necesarios, así como el barrido y limpieza final del área de trabajo, dejando la cubierta completamente despejada, segura y lista para la posterior ejecución de la nueva impermeabilización de cubierta. La unidad comprende mano de obra especializada, herramientas, medios mecánicos ligeros, protección de elementos contiguos y verificación final de limpieza y seguridad, conforme a las exigencias del CTE DB-SG, DB-SI y DB-SUA.	37,80	34,97	1.321,87
	TOTAL CAPÍTULO 02 DEMOLICIONES			**53.091,57**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA			
03.01	**m² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos y tocones, hasta un**			
	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínimo 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	15.117,00	1,93	29.175,81
03.02	**m³ Desmonte de terreno**			
	Desmonte de terreno natural de arcilla semidura mediante medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de proyecto, incluyendo el arranque, carga, así como la carga de los materiales extraídos sobre camión o acopio lateral. En caso de afloramiento de nivel freático o presencia de aguas de infiltración, se incluye la colocación puntual de bomba de achique, con canalización provisional y evacuación del agua fuera del recinto de excavación, garantizando la estabilidad y sequedad del fondo durante la ejecución. Comprende la mano de obra, maquinaria, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo las operaciones de replanteo, control de cotas y limpieza final del fondo de excavación. El material sobrante según indique la dirección facultativa.	3.987,20	6,30	25.119,36
03.03	**m³ Terraplenado de terreno**			
	Terraplenado mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material procedente de la propia excavación, su humectación o desecación si es necesaria y compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3 y hasta conseguir la cota de subrasante prevista en el proyecto. Incluye maquinaria, mano de obra, control de compactación, riegos, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	50,00	21,54	1.077,00
03.04	**m² Refino y planeo de una excavación**			
	Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.	10.106,00	0,98	9.903,88
03.05	**m³ Excavación balsa**			
	Excavación de tierras para formación de balsa en arcilla semidura, ejecutada por medios mecánicos (excavadora y apoyo de carga), conforme a las rasantes, taludes y geometría del proyecto, con perfilado y saneo del fondo y taludes, gestión de aguas (achiques menores) y retirada de materiales inadecuados.	604,80	6,39	3.864,67
	TOTAL CAPÍTULO 03 MOVIMIENTO DE TIERRA			**69.140,72**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN			
	SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE SOLAR			
04.01.01	**Camino de zahorra artificial ZA-25 de 20**			
	Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.	1.836,00	22,05	40.483,80
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 CAMINO DE ACCESO A PARQUE			**40.483,80**
	SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION APARCAMIENTO			
04.02.01	**m² Geotextil no tejido de polipropileno 150 g/m²**			
	Suministro y colocación de geotextil no tejido de polipropileno de 150 g/m², con funciones de separación y filtración, dispuesto directamente sobre el terreno natural regularizado y compactado, actuando como capa separadora entre la explanada y la subbase granular. La colocación se realizará en bandas continuas, con solapes mínimos de 30 cm, tensado manual, sin pliegues, y con remontes laterales hasta la cota superior de la subbase. Incluye suministro, transporte, extendido, solapes, recortes, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución.	11.865,00	1,42	16.848,30
04.02.02	**m³ Subbase de grava machacada 4/20 mm**			
	Ejecución de subbase de grava machacada 4/20 mm, con un espesor total de 30 cm, extendida en tongadas de 10–15 cm, humedecida si es necesario y compactada mecánicamente hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95 % del Proctor Modificado, conforme a las prescripciones del PG-3. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación, humectación, compactación con rodillo vibrante o bandeja mecánica, control de densidad y medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.	1.802,15	20,10	36.223,22
04.02.03	**m³ Capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm**			
	Ejecución de capa de asiento de gravilla lavada 2/6 mm, con un espesor de 5 cm, extendida sobre la subbase previamente compactada, nivelada y limpia, formando una base regular para la colocación del adoquín microporoso. La gravilla será de árido silíceo o calizo duro, lavada, exenta de finos, polvo y materia orgánica, garantizando la permeabilidad y estabilidad del pavimento. Incluye el suministro del material, transporte, extendido, nivelación y planeo final, así como la mano de obra, herramientas y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.	312,55	61,90	19.346,85
04.02.04	**m² Pavimento adoquinado bicapa**			
	Suministro y colocación de adoquín microporoso de hormigón prefabricado, formato 15×15×10 cm, con separadores laterales de 3 mm. El material dispondrá de una estructura microporosa continua, con capacidad de infiltración certificada = 2.624 mm/h, equivalente a un caudal de 7.290 l/(s·ha). Resistencia mínima a compresión: 50 N/mm²; resistencia a flexotracción = 5 N/mm². Coeficiente de permeabilidad y durabilidad conforme a la norma UNE-EN 1338 para adoquines de hormigón. Incluye suministro de adoquines, transporte, colocación, rejuntado, compactación superficial con placa vibrante de goma, limpieza final, medios auxiliares, control de nivelación y todas las medidas de seguridad necesarias para la correcta ejecución.	6.251,00	56,63	353.994,13
04.02.05	**m² Hormigón drenante**			
	Ejecución de pavimento de hormigón drenante de 10 cm de espesor, colocado sobre la subbase previamente compactada y regularizada, con resistencia característica fck = 25 MPa, porosidad efectiva 15–25 %, densidad 1.700–1.900 kg/m³. El hormigón se fabricará con árido grueso de granulometría			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	controlada (4/12 mm), contenido reducido de finos y aditivos plastificantes para mantener la trabajabilidad sin pérdida de porosidad. La puesta en obra se realizará con extendedora, sin vibrado intenso, acabado superficial con rodillo. Incluye suministro del material, extendido, planeo, curado, juntas de retracción, limpieza final, control de calidad y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.	175,00	24,53	4.292,75
04.02.06	**m² Base de zahorra artificial 0/32 e=20 cm**			
	Capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.	231,00	22,05	5.093,55
04.02.07	**m² Solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor**			
	Ejecución losa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acceso aparcamiento, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.	231,00	20,72	4.786,32
04.02.08	**m² Rampa prefabricada de hormigón para paso peatonal**			
	Suministro y colocación de rampa prefabricada de hormigón armado de 10cm de espesor para paso peatonal, compuesta de losas modulares de hormigón prefabricado, adecuadas para tránsito peatonal, ancladas y asentadas sobre base nivelada. La rampa incluirá: acabado antideslizante, pendiente conforme a normativa de accesibilidad y remate con el pavimento de adoquín. Se incluye el transporte al punto de obra, montaje sobre base, nivelación, unión entre módulos, juntas de dilatación y limpieza final. Incluye mano de obra, herramientas, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias. Condiciones específicas: Los módulos prefabricados serán de hormigón HA-25/B/20 (o equivalente) con acabado antideslizante Clase C, inclinación = 8 % o según normativa de accesibilidad local, y anchura mínima según proyecto.	44,00	144,59	6.361,96
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 PAVIMENTACION			**446.947,08**
	SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL			
04.03.01	**m² Baldosa prefabricada de hormigón 40×20×5 cm, tipo rugoso antides**			
	Suministro y colocación de pavimento de baldosas prefabricadas de hormigón de 40×20×5 cm, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y rejuntadas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor debidamente nivelada. Incluye el suministro de materiales, preparación de la superficie de apoyo, extendido del mortero, colocación, alineación y nivelación de las baldosas, rejuntado, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución. Cumplirá lo especificado en el artículo 691 del PG-3, y en la Norma UNE-EN 1339 para losas de hormigón para pavimentación.	1.487,00	20,13	29.933,31
04.03.02	**m² Solera de hormigón HM-20 para zona peatonal**			
	Ejecución de pavimento de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor en acerado, sobre subbase previamente compactada y regularizada; vertido, extendido, vibrado superficial y regleado, con acabado fratasado o rayado fino (según zona peatonal), juntas de retracción según replanteo, curado mediante agua o membrana de curado, limpieza final y control de calidad; incluye suministro de hormigón dosificado en central (árido Dmáx 20 mm, consistencia plástica), materiales auxiliares, medios y mano de obra necesarios para su completa ejecución. Conforme a PG-3 art. 550 y al Código Estructural (RD 470/2021) para hormigón no estructural.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1.518,00	20,72	31.452,96
04.03.03	**m² Base de zahorra artificial 0/32 acera e=20 cm**			
	Camino de zahorra artificial de 20 cm de espesor, ejecutado sobre explanada, mediante extensión, humectación y compactación de zahorra artificial ZA-25, conforme a las prescripciones del artículo 510 del PG-3 y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (Orden Circular 6/2022 del MITMA). Incluye el aporte del material, extendido, nivelado, humectado, compactado hasta alcanzar la densidad y el módulo de deformación exigidos, control de calidad, y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.			
		1.518,00	22,05	33.471,90
04.03.04	**m Bordillo - tipo recto 15x25cm C5**			
	Suministro y colocación de bordillo recto de hormigón, monocapa, sección 15×25 cm, clase C5, con clase climática B (absorción = 6 %), clase resistente a la abrasión H (huella = 23 mm) y clase resistente a flexión S (R = 3,5 N/mm²), conforme a UNE-EN 1340 y UNE 127340. Colocado sobre base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, y 10 cm de anchura a cada lado del bordillo. Rejuntado (junta = 5 mm) con mortero M-5 industrial. Incluye p.p. de topes/contrafuertes al dorso y lado calzada, alineación, nivelación, replanteo, cortes y piezas especiales, limpieza final y medios auxiliares necesarios.			
		643,00	25,33	16.287,19
04.03.05	**m Bordillo tipo jardinera, enrasado con el pavimento 20x8**			
	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón tipo jardinera, de 20×8 cm de sección, enrasado con el pavimento de adoquín adyacente, para delimitación de zonas ajardinadas o isletas. Las piezas serán de resistencia característica = 35 MPa, absorción = 6 %, y acabado liso o biselado superior, conforme a la norma UNE-EN 1340. La colocación se realizará sobre cama de mortero M-5 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada y alineada, con relleno lateral de mortero o arena estabilizada según la unión con el pavimento contiguo. El bordillo se dispondrá enrasado con el pavimento adoquinado, garantizando la continuidad superficial sin resaltes y respetando las pendientes de drenaje del proyecto. Incluye el suministro, corte y ajuste de piezas, nivelación, rejuntado de juntas (= 5 mm), compactación de rellenos laterales, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución.			
		581,00	22,12	12.851,72
04.03.06	**m² Baldosa borde andén con acanaladuras 60x40 cm color gris**			
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.			
		108,00	71,63	7.736,04
04.03.07	**m² Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm color rojo**			
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color rojo, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, formada por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido y totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mor-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	tero hidráulico. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.	108,00	66,14	7.143,12
04.03.08	**m² Pavimento cerámico acanalado 30x30 cm color blanco**			
	Suministro y colocación de pavimento cerámico acanalado direccional, de 30×30×1,5 cm, color blanco, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá como franja de guiado longitudinal para orientación de personas con discapacidad visual, en recorridos accesibles de andenes, pasos o zonas de tránsito, garantizando la alineación continua de las acanaladuras y su correcta orientación en el sentido de la marcha. El pavimento se colocará sobre capa impermeabilizante bituminosa adherida al soporte, compuesta por lámina asfáltica elastomérica de betún modificado SBS, de 4 kg/m², armada con poliéster no tejido, totalmente adherida mediante soplete sobre imprimación bituminosa previa. Las baldosas se recibirán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con juntas selladas con mortero hidráulico, asegurando la continuidad funcional y estética del pavimento. Incluye suministro de materiales, imprimación, lámina impermeabilizante, adhesión, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado, funcional y terminado.	54,00	63,73	3.441,42
04.03.09	**m² Baldosa antideslizante 40x40 cm color gris**			
	Ejecución de pavimento de losas prefabricadas de hormigón de 40×40×5 cm, color gris natural, acabado rugoso antideslizante, con resistencia característica = 4 MPa a flexotracción, colocadas con juntas alineadas y selladas con lechada de cemento, sobre capa de mortero M-40 de 3 cm de espesor, nivelado y regleado. Debajo del mortero se dispondrá lámina impermeabilizante bicapa de betún modificado SBS, adherida al soporte de hormigón del andén mediante imprimación bituminosa previa, con solapes mínimos de 8 cm y refuerzos en encuentros. Incluye el suministro de materiales, preparación y limpieza del soporte, imprimación, colocación de la impermeabilización, formación de capa de mortero, colocación, ajuste y rejuntado de las losas, limpieza final, control de calidad y todos los medios auxiliares necesarios para su completa ejecución. Conforme a lo establecido en el PG-3 (artículos 542 y 691), y a las normas UNE-EN 1339 (losas de hormigón para pavimentación) y UNE-EN 13707 (láminas bituminosas para impermeabilización).	540,00	62,71	33.863,40
04.03.010	**m² Baldosa tipo panot con botones 30x30 cm**			
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil tipo panot con botones troncocónicos, fabricado en hormigón prefabricado, dimensiones 30×30×5 cm, color gris, de alto contraste cromático respecto al pavimento circundante, y acabado antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020. Se dispondrá en la franja de advertencia o precaución paralela al borde del andén, destinada a la detección táctil y visual por parte de personas con discapacidad visual, cumpliendo con los criterios del CTE DB-SUA 9 y normativa de accesibilidad vigente. Las piezas se asentarán sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente niveladas y alineadas, con continuidad de relieve, y juntas selladas con mortero hidráulico. Incluye suministro de materiales, pavimento, mortero de asiento, sellado, limpieza final, mano de obra especializada, medios auxiliares y medidas de seguridad, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a UNE 127027:2020, CTE DB-SUA, DB-HS1 y DB-SI.	8,00	66,14	529,12
04.03.11	**m² Baldosacon acanaladuras 60x40 cm color gris**			
	Suministro y colocación de pavimento podotáctil de acanaladuras longitudinales, de hormigón prefabricado, dimensiones 60×40×5 cm, color gris y textura antideslizante Clase 3, conforme a la norma UNE 127027:2020, dispuesto en el borde del andén como franja de seguridad para guiado de personas con discapacidad visual. La baldosa se asentará sobre cama de mortero M-40 de 2 cm de espesor, perfectamente nivelada, con juntas selladas con mortero hidráulico, cuidando la continuidad de las acanaladuras y la alineación del borde del andén. Incluye el suministro de materiales, adhesión, pavimento, mano de obra, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias, dejando el pavimento completamente impermeabilizado, alineado y terminado, conforme a las prescripciones de la UNE 127027:2020, CTE DB-SUA y DB-HS1.	23,00	71,63	1.647,49

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 PAVIMENTO PEATONAL			**178.357,67**
	SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO			
DDHDJHT	**m² Pavimento asfáltico para tráfico pesado T2 incluso base**			
	Formación de firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada tipo E1, compuesto por: capa granular de 40 cm de espesor de zahorra artificial ZA-25, con coeficiente de Los Ángeles = 30, adecuada para tráfico T2; riego de imprimación mediante aplicación de emulsión bituminosa tipo ECI; capa base de 15 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base S, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 30, filler calizo y betún asfáltico B 60/70; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa intermedia de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 BIM D, según UNE-EN 13108-1, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 40/50; riego de adherencia con emulsión bituminosa tipo ECR-1; capa de rodadura de 3 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11 B, según UNE-EN 13108-2, con árido Los Ángeles = 25, filler calizo y betún B 60/70. Ejecutado conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de firme» (Orden Circular 6/2022 del MITMA) y al Pliego PG-3.	86,00	58,93	5.067,98
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.04 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO..			**5.067,98**
	TOTAL CAPÍTULO 04 PAVIMENTACIÓN.....			**670.856,53**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 INSTALACIONES			
	SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO			
05.01.01	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	3,84	27,27	104,72
05.01.02	**m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**			
	Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	1,30	28,50	37,05
05.01.03	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	2,40	26,29	63,10
05.01.04	**ud Conexión y acometida agua potable**			
	Ejecución de nueva acometida de agua potable del edificio de complementario, con conexión a la red principal existente, incluyendo la realización de la conexión a la conducción general de abastecimiento, colocación de válvula de corte de bola Ø63 mm, contador general homologado, y todos los accesorios de unión, compresión y estanqueidad necesarios. Comprende asimismo la ejecución de arqueta de ladrillo macizo, con dimensiones interiores mínimas 0,38×0,38 m, enfoscada y pintada, provista de tapa y marco de acero inoxidable AISI 316L homologados, relleno y fijación al pavimento, y chapa identificativa en acero inoxidable para localización de válvula y contador. Incluye las demoliciones necesarias, restitución del pavimento afectado, remates, raseados, enlucidos, pruebas de estanqueidad y limpieza final, dejando la acometida completamente terminada, en servicio y conforme a las normas de la empresa de abastecimiento.	1,00	1.504,34	1.504,34
05.01.05	**ud Arqueta de registro de 40x40**			
	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.	2,00	404,29	808,58
05.01.06	**m Tuberia PE Ø63mm**			
	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas de color azul, de 63 mm de diámetro exterior y 3,8 mm de espesor, SDR17, PN=10 atm, enterrada.	8,00	8,73	69,84
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 RED DE ABASTECIMIENTO ...			**2.587,63**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO			
05.02.01	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	118,70	27,27	3.236,95
05.02.02	**m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**			
	Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	21,80	28,50	621,30
05.02.03	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	83,70	26,29	2.200,47
05.02.04	**ml Colector hormigón armado Ø400mm**			
	Suministro y colocación de tubería de hormigón armado DN 400 mm para saneamiento sin presión, fabricada con cemento SR (resistente a sulfatos) y clase 90, con marcado CE conforme a UNE-EN 1916 y UNE 127917.Unión macho-hembra con junta elastomérica de caucho estanco (EPDM o NBR) según UNE-EN 681-1, garantizando la estanqueidad de la conducción. Incluye transporte, manipulación, alineación, nivelación, montaje y unión de tubos en zanja, así como la colocación de piezas especiales (manguitos, reducciones y derivaciones), limpieza interior, taponado de extremos durante el montaje y pruebas de estanqueidad conforme a UNE-EN 1610.No incluye excavación, cama de asiento ni rellenos, que se miden en partidas independientes. Tubería apta para instalación en terrenos con agresividad química (presencia de sulfatos). Totalmente instalado y probado.	165,00	115,38	19.037,70
05.02.05	**m Tubería PVC corrugado Ø200mm**			
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.	8,00	66,26	530,08
05.02.06	**m Tubería PVC corrugado Ø110mm**			
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 110 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.	55,00	45,42	2.498,10
05.02.07	**ud Pozo de registro de ladrillo de 1 m de diámetro y 1,6 m de profu**			
	Pozo de registro de 1 metro de diámetro hasta 1,6m de profundidad ejecutado in situ formado por solera de hormigón y troco de ladrillo cerámico tipo H6 recibido con mortero industrial de cemento, colocación de de pates, marco y tapa con sistema de bloqueo con refuerzos de malla electrosoldada totalmente terminada, y en correcto funcionamiento.	8,00	1.252,54	10.020,32
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 RED DE SANEAMIENTO			**38.144,92**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES			
05.03.01	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	233,09	27,27	6.356,36
05.03.02	**m³ Relleno en zanjas, con gravilla 20/30 mm, y compactación**			
	Formación de relleno en zanjas, con gravilla de 20 a 30 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.	149,76	28,50	4.268,16
05.03.03	**m³ Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	31,23	26,29	821,04
05.03.04	**ml Colector PVC corrugada Ø200mm**			
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.	25,00	66,26	1.656,50
05.03.05	**ml Colector PVC corrugada Ø315mm**			
	Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada, formado por tubo de PVC doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 315 mm de diámetro exterior y sección circular, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos, accesorios y piezas especiales.	51,00	80,18	4.089,18
05.03.06	**ml Colector PVC corrugado drenante Ø600mm**			
	Suministro y colocación de tubería de PVC corrugado perforado DN 600 mm, doble pared, interior liso y exterior corrugado, clase SN8, con marcado CE según UNE-EN 13476-3, unida mediante manguito y junta elastomérica EPDM según UNE-EN 681-1. Incluye transporte, manipulación, alineación, unión y montaje en zanja, y limpieza interior. Totalmente instalado y operativo.	165,00	156,86	25.881,90
05.03.07	**ud Imbornal prefabricado de hormigón, de 50x30x60 cm.**			
	Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 50x30x60 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/X0 de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y sin incluir la excavación.	4,00	128,53	514,12
05.03.08	**ud Pozo de registro pluviales**			
	Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, hasta 1,6 de profundidad útil, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tie-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	rras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.			
		6,00	1.188,29	7.129,74
05.03.09	m³ **Relleno/colmatación de balsa con RCD inertes limpios valorizados**			
		362,88	22,97	8.335,35
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 RED DE PLUVIALES			**59.052,35**
	SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA			
	APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN			
	SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA TENSIÓN			
SDVVS	PA **Paso de vías**			
	Ejecución del paso de instalaciones por debajo de las vías, incluye excavación de zanja, colocación de 6 tubos de 200mm, la instalación de la tubería debajo de la infraestructura ferroviaria existente y el posterior relleno de hormigón, todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.			
		1,00	4.240,00	4.240,00
EFEEFWEF12	m³ **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		231,60	22,65	5.245,74
WFWFE	m³ **Hormigón HM-20, para protección de conducciones**			
	Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.			
		52,50	183,72	9.645,30
SVSDVBBSB122	m³ **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.			
		63,00	26,29	1.656,27
EFGWEGWE114	ud **Arqueta prefabricada tipo A1**			
	Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.			
		30,00	313,45	9.403,50
	TOTAL SUBAPARTADO 05.04.01.01 OBRA CIVIL BAJA.....			**30.190,81**
	SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS			
SFM030102	ud **Cuadro instalaciones planta fotovoltaica aparcamiento**			
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 k.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	- 1 Ud. Int. Aut. IV/400 A regulado a 380A de la marca Schneider modelo ComPact NSX400N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX160N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/40 A de la marca Schneider - 2 Ud. Int. Aut. IV/25 A de la marca Schneider Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.	1,00	11.031,90	11.031,90
SFM030103	**ud Cuadro instalaciones fotovoltaica planta** Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. - 1 Ud. Int. Aut. IV/1000A IV MAster Pack MTZ1 Tipo H1 4 polos - 1 Ud. Int. Aut. IV/630 A regulado a 350A de la marca Schneider modelo ComPact NSX630N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E - 3 Ud. Int. Aut. IV/160 A de la marca Schneider modelo ComPact NSX250N 50kA AC 4P4R Micrologic 6.3E Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.	1,00	32.782,12	32.782,12
SFM030104	**ud Cuadro Servicios Estación** Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. - 1 Ud. Int. Aut. IV/100A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/63 A 10kA Cafetería - 1 Ud. Int. Aut. IV/80 A 10kA Cargador vehículo eléctrico - 1 Ud. Int. Aut. IV/32 A 10kA Alumbrados de estación - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.	1,00	2.274,09	2.274,09
SFM030105	**ud Cuadro Recarga de vehículos eléctricos** Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. - 1 Ud. Int. Aut. IV/63A IV General - 1 Ud. Int. Aut. IV/40A 10kA Cargador - 1 Ud. interruptor automatico diferencial 4/40A/300mA - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.	1,00	1.946,55	1.946,55
SFM030106	**ud Cuadro de alumbrado de la estación**			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Suministro y montaje de armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 SEGÚN une 20.234 con regleta de tierra y perfileria DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. - 1 Ud. Int. Aut. IV/25A IV General - 5 Ud. Int. Aut. IV/10 A 10kA L01, L02, L03. Anden 01 y Anden 02 - 5 Ud. interruptor automatico diferencial 4/25A/30mA - 7 Ud. interruptor automatico diferencial 2/25A/30mA - 1 Ud. interruptor automatico diferencial 2/40A/30mA - 7 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (alumbrados) - 1 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (Tomas sala) - 1 Ud. Protector contra sobretensiones Cat. II Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje.	1,00	1.782,78	1.782,78
TOTAL SUBAPARTADO 05.04.01.02 CUADROS ELÉCTRICOS				**49.817,44**
	SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS			
CAB240BT	**m Línea de 4x240mm2 RZ1(S) Al 0.6/1kV, bajo tubo corrugado D.200m** Suministro e instalación de red de BT, terna de cable XZ1 Al 0.6/1kV 4x1x240mm2, para instalación entubada, incluso conexionado de la red en armarios.	1.124,00	51,27	57.627,48
LGA50	**m Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m** Suministro e instalación de línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m	65,00	110,29	7.168,85
1F5X25	**m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex	48,00	65,53	3.145,44
1F5X35	**m Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x35 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.	14,00	49,26	689,64
1F5X10	**m Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x10 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' conductor 0.6/1kV Afumex	12,00	32,27	387,24
LGA150	**m Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m** Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.	340,00	115,21	39.171,40
	TOTAL SUBAPARTADO 05.04.01.03 LÍNEAS ELÉCTRICAS .			**108.190,05**
	SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.	1,00	265,00	265,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguri-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	dad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.			
		1,00	530,00	530,00
	TOTAL SUBAPARTADO 05.04.01.04 DOCUMETACIONES Y			**795,00**
	TOTAL APARTADO 05.04.01 RED DE BAJA TENSIÓN			**188.993,30**
	APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN			
	SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA TENSIÓN			
1228.95	**m Canalización media tensión**			
	Ejecución de zanja, profundidad de servicio ˜ 0,80–1,00 m y ancho de fondo 0,50 m (ajustable según nº de conductos), en terreno natural, con cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos PEAD corrugado doble pared SN8 (Ø160 mm) en paralelo con guía pasacables, relleno lateral con arena, capa de protección superior 10 cm, cinta de señalización con traza metálica a 30 cm sobre los tubos y relleno/compactación del resto con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, achiques puntuales, manejo y alineación de conductos, ensamble con manguitos/juntas, compactación por tongadas y limpieza final. (No incluye reposición de firmes/pavimentos).			
		320,00	57,05	18.256,00
ARQ120X60	**ud Pozos de registro**			
	Suministro y colocación de arqueta prefabricada de hormigón 80×80×80 cm con marco y tapa clase B125/C250 imbornales para tubos Ø160, solera de limpieza, cama de mortero y sellado de pasos con manguitos estancos. Incluye replanteo, excavación local, asiento, nivelación, conexiones a conductos, relleno/compactación perimetral y limpieza final.			
		7,00	441,89	3.093,23
DFBDFBFB	**PA Recrecido arqueta andén**			
	Adecuación de arqueta de media tensión situada bajo la futura ampliación del andén, consistente en la preparación y ejecución del registro para su integración en la nueva estructura, mediante recrecido de la arqueta hasta la cota prevista del pavimento e instalación de los elementos necesarios para la ejecución de la arqueta hasta la cota de coronación del andén. Incluye el replanteo y protección de la línea de MT, apertura y limpieza del entorno, ejecución del recrecido con hormigón, colocación de pates homologados, sellado de pasos de conductos, drenaje de fondo si procede y ejecución del refuerzo perimetral de la arqueta con barras B500S Ø12 y hormigón HA-30. Comprende todos los materiales, medios auxiliares, herramientas y trabajos necesarios para dejar la arqueta de registro ejecutada y enrasada en la coronación del andén, lista para su integración final.			
		1,00	1.855,00	1.855,00
	TOTAL SUBAPARTADO 05.04.02.01 OBRA CIVIL MEDIA.....			**23.204,23**
	SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR			
SFM 04 01	**ud Suministro e instalación Tansformador de potencia 630kVA**			
	Suministro e instalación de transformador trifásico de distribución, seco encapsulado de 630kVA, incluye desmontaje y retirada de transformador existente. El transformador de 630kVA de distribución seco, de las siguiente caracteríticas: Potencia asiganada 630kVA Tensión asiganda primario 15.4kV Tensión asignada secundaria (Ur) 420 V Grupo de conexión Dyn11 Pérdidas de vacio Po 990 (W) Pérdidas en carga Pk 6.350 (W) Nivel de potencia acústica LwA 51 dB Dimesiones			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Largo 1725mm Ancho 820mm Alto 1630mm Peso total 1970 kg El transformador deberá estar diseñado de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Cominisón Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier2) válidos para los mercados de la unión europea. Totalmente montado y funcionando	1,00	28.739,32	28.739,32
	TOTAL SUBAPARTADO 05.04.02.02 TRANSFORMADOR.....			**28.739,32**
	TOTAL APARTADO 05.04.02 RED DE MEDIA TENSIÓN.....			**51.943,55**
	APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
1F5X25	**m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex	113,00	65,53	7.404,89
REEVHE	**ud Poste de recarga ext. marca CIRCUTOR modelo URBAN T22-C2 Gen3** Suministro e instalación de poste de recarga exterior de la marca CIRCUTOR modelo URBAN T 22-C2 Gen 3 o similar,con las siguientes características: - Comunicación Ethernet/Wi Fi - Tipo de salida: 400 Vca-32 A -22 kW - Corriente de entrada 67 A - Tipo de conector: Cable Tipo 2 - Tipo de red: Trifásica - Modo de recarga: 3 - Nº de tomas: 2 - Proptección diferencial: tipo A. Debera ir equipado con: - Puertas antivandálicas para tomas Tipo 2 - Protección diferencial Tipo A con reconexión automática. - Protector contra sobretensiones transitoria IEC 61643-1 Clase II.	3,00	5.086,08	15.258,24
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.	1,00	265,00	265,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	1,00	530,00	530,00
WFWFE	**m³ Hormigón HM-20, para protección de conducciones** Ejecución de hormigón de protección de conducciones (camisa/losa) de HM-20, vertido in situ alrededor/sobre la canalización, con espesor y geometría según plano (típicamente 10 cm de recubrimiento superior y =5 cm laterales), incluyendo preparación y limpieza de la zanja, humedecido del lecho, colocación de separadores/ distanciadores, vertido y maestreado, vibrado ligero, curado, y encofrado puntual si fuese necesario para mantener la sección. Incluye medios auxiliares, mano de obra, control de espesores y limpieza final.	2,70	183,72	496,04

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SVSDVBBSB122	m³ **Relleno en zanjas con suelo seleccionado de préstamo**			
	Relleno de zanjas con tierra de préstamo, y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98-100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	7,20	26,29	189,29
EFEEFWEF12	m³ **Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	25,20	22,65	570,78
REGERGHEH	m **Canalización subterránea de protección del cableado VE**			
	Canalización subterránea de protección del cableado de recarga de vehículos eléctricos formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.	105,00	5,94	623,70
EFGWEGWE114	ud **Arqueta prefabricada tipo A1**			
	Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.	10,00	313,45	3.134,50
	TOTAL APARTADO 05.04.03 RECARGA DE VEHÍCULOS.....			**28.472,44**
	APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	ud **Documentaciones y tramitaciones**			
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.	1,00	265,00	265,00
PRUEBAS	ud **Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	1,00	530,00	530,00
	TOTAL APARTADO 05.04.04 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS			**795,00**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.04 RED ELÉCTRICA.....			**270.204,29**
	SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO			
	APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO			
EWEBERV	m **Canalizaciones alumbrado**			
	Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.	662,00	21,26	14.074,12

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SVSVSV	**ud Arquetas 40x40 cm**			
	Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 40×40 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.	50,00	266,00	13.300,00
ERGEGB	**ud Arquetas 60x60 cm**			
	Ejecución de arqueta de fábrica de ladrillo macizo cerámico de luz interior 60×60 cm y profundidad útil 60 cm, paramento de 1/2 pie recibido con mortero M-5 (1:4) y enlucido interior M-10; solera de hormigón HM-20/P/20 de 10 cm con acabado maestreado. Marco y tapa de fundición dúctil reforzada, clase C250 (250 kN) con asiento elástico (junta EPDM) conforme a UNE-EN 124-2, tapa antirruido/antivibratoria. Pasamuros/boquillas estancas Ø90 mm (compatibles con tubo PEAD corrugado doble pared) sellados con manguitos butílicos o prensaestopas; por defecto 3 unidades Ø90 (ajustar a planos). Incluye excavación y relleno lateral, asiento y nivelación, reposición del terreno/pavimento si aplica, limpieza y retirada de escombros.	36,00	274,99	9.899,64
WEVWEV	**ud Basamento para columnas**			
	Ejecución de unidad de basamento de hormigón armado HA-30/B/20/XS1, de dimensiones 1.000 × 500 × 500 mm, destinado al apoyo de columna metálica. Incluye Mano de obra, medios auxiliares, seguridad, señalización temporal y control de ejecución.	53,00	151,17	8.012,01
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	105,24	22,65	2.383,69
	TOTAL APARTADO 05.05.01 OBRA CIVIL ALUMBRADO			**47.669,46**
	APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO			
	SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CUADRO CONTROL			
GLL080201	**m Línea de 4x6mm² bajo tubo CR,conducotr 0.6/1kV RVFV**			
	Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1 Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.	917,00	4,39	4.025,63
GLL080203	**m Conductor de Puesta a Tierra 35mm² de Cu desnudo**			
	Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, colocdo bajo cama de arena, conexionado.	1.009,00	2,44	2.461,96

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GLL080204	**u Toma de tierra con pica, brida conexión cable y caja seccionadora**			
	Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora.	31,00	154,69	4.795,39
GLL080210	**m Línea 2X2,5 mm+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
	Línea 2X2,5 mm +T.tierra, bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex, para enlace de caja de fusibles con luminaria.	518,00	6,25	3.237,50
GLL080211	**u Caja de fusibles para alumbrado público IP13**			
	Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles	48,00	21,07	1.011,36
CONTT-COL	**u Conexión de red tierra con soporte de luminaria**			
	Conexión de tierra a soporte de luminarias con cable aislado de 16mm².	192,00	13,81	2.651,52
TOTAL SUBAPARTADO AP-02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y				**18.183,36**
	SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS			
AP-LL-02	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX10 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED56-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 4.704 lm con una potencia de 36.0 W. Sobre columna de 6 metros Totalmente montada y funcionando.	1,00	486,90	486,90
AP-LL-03	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED50-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 4300 lm con una potencia de 32.0 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.	10,00	486,90	4.869,00
AP-LL-04	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX10 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED45-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 3825 lm con una potencia de 28.5 W. Sobre columna de 6 metros. Totalmente montada y funcionando.	2,00	486,90	973,80
AP-LL-05	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED22-4S/730 PSD DM50 FG o similar de 1.914 lm con una potencia de 14.6 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.	34,00	486,90	16.554,60
AP-LL-06	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX10 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2975 lm con una potencia de 22.0 W. Sobre columna de 8 metros. Totalmente montada y funcionando.	28,00	486,90	13.633,20
AP-LL-07	**ud Luminaria PHILIPS mod. BGP281 T25 1xLED30-4S/730 PSD DX10 FG**			
	Suministro y colocación de luminaria de la marca PHILIPS modelo mod. BGP281 T25 1xLED35-4S/730 PSD DX 10 FG o similar de 2550 lm con una potencia de 20.5 W. Sobre columna de 4 metros. Totalmente montada y funcionando.	2,00	486,90	973,80
	TOTAL SUBAPARTADO AP-03 LUMINARIAS			**37.491,30**
	SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
AP-CL-04	**ud Columna de 4.0, con un acoplamiento en punta** Suministro y colocación de columna de 4.0m, con un acoplamiento en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.	18,00	852,31	15.341,58
AP-CL-04-04	**ud Columna de 4.0, con dos acoplamientos en punta** Suministro y colocación de columna de 4.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A40. E·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.	8,00	939,66	7.517,28
AP-CL-06	**ud Columna de 6.0, con un acoplamiento en punta** Suministro y colocación de columna de 6.0m, con dos acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P60 A60. E·-1ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral.Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna. Otras alturas tienen que ser definidas en el pedido.	3,00	1.032,46	3.097,38
AP-CL-08	**ud Columna de 8.0, con acoplamiento en punta.** Suministro y colocación de columna de 8.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en ca-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	liente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.	8,00	1.163,48	9.307,84
AP-CL-08-08	**ud Columna de 8.0, con doble acoplamiento en punta.** Suministro y colocación de columna de 8.0m, con doble acoplamientos en punta. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Descripción Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.	14,00	1.381,84	19.345,76
AP-CL-08-04	**ud Columna de 8.0, con acoplamiento en punta y otro a 4.0m.** Suministro y colocación de columna de 8.0m, con un acoplamientos en punta y otro a 4.0m. Columna TC ACP.P76 A80. E4·-2ACO Pintada de la marca PHILIPS o similar. Columna troncocónica de acero con acoplamiento corto montaje lateral. Columna troncocónica recta con una conicidad de 12/1000, fabricada en chapa de acero carbono. Provista de una puerta enrasada, pletina de fijación de caja de conexiones y puesta a tierra. Material Acero carbono S-235-JR, o superior, según norma UNE-EN-10025. Acabado Galvanizado en caliente por inmersión de una sola vez, previos de desengrasado, decapado y fluxado, alcanzando un recubrimiento mínimo de 65 micras, según la norma UNE-EN-1761. Lijado y lavado de la superficie. Aplicación de una capa de pintura en poliéster al horno, acabado mínimo de 50 micras, en color a determinar por el cliente. Homologaciones UNE-EN-40-5:2003 (EN 40-5:2002) ; certificado del producto (marca N) y certificado de conformidad para el marcado CE. Descripción Brazo corto para montaje lateral, hecho a medida a la luminaria a instalar, para conseguir una fluida transición entre columna y luminaria. Material y acabado Este brazo está solado a la columna por lo que el material y el acabado con los mismos que la columna. Instalación Este brazo va soldado a la columna, por defecto a 0,3m desde la punta de la columna.	2,00	1.381,84	2.763,68
	TOTAL SUBAPARTADO AP-04 BÁCULOS Y COLUMNAS			**57.373,52**

SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN

AP0401 **ud Drivers para lámparas LED modelo CITIDIM o similar**

Suministro y colocación de dirvers CITIDIM o similar para lámparas LED de las siguientes características:
Tensión de alimentación nominal: 220/240V
Tensión de entrada (rango de trabajo): 198/264V AC
Factor de potencia >0.98 (a plena carga)
Out put

	350mA-500mA-700mA	700mA-1000mA-1.400mA
Potencia	350mA:30W-90W	700mA: 30W-82W
	500mA:30W-90W	1.000mA: 33W-91W

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	700mA: 30-90W 1400mA: 30.8W-89.5W Seleción de corriente Mediante jumpers Eficiencia driver >90% (a plena carga) Distorsión armónica <10% Tc max 70ºC. Totalmente montado y funcionando.	77,00	70,48	5.426,96
AP0402	**ud Sistema de control ,CITILUX GSM de ARELSA o similar** Suministro e instalación en cuadros de terminal CITILUX de la marca ARELSA o similar.	1,00	1.547,28	1.547,28
	TOTAL SUBAPARTADO AP-05 TELEGESTIÓN.....			**6.974,24**
	SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y TRAMITACIONES			
GLL080601	**Tramitación del Proyecto y boletines de instalador en la DGI** Partida alzada a justificar de tramitación, incluyendo el pago de tasas, del Proyecto, boletines de instalación y OCA en la Dirección General de Industria.	1,00	530,00	530,00
GLL080602	**Inspección por OCA de la instalación** Partida alzada a justificar de inspección por parte de OCA, la OCA se realizará para cumplimiento del RBT y el cumplimiento del RD 1890/2008 de eficiencia energética incluyendo pago de la OCA hasta recogida de informe favorable.	1,00	530,00	530,00
GLL080610	**Redacción de planos " as built" según normativa de la cia.** Redacción de planos " as built" según normativa de cia suministradora. Se hará entrega en formato *.dwg y formato *.pdf.	1,00	530,00	530,00
	TOTAL SUBAPARTADO DOCYTRAM DOCUMENTOS Y			**1.590,00**
	TOTAL APARTADO 05.05.02 ALUMBRADO APARCAMIENTO ..			**121.612,42**
	APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS APARCAMIENTO			
1H5X2.5	**m Línea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.	230,00	16,12	3.707,60
ESC0307	**m Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo** Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.	618,00	4,02	2.484,36
GLL080211	**u Caja de fusibles para alumbrado público IP13** Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles	7,00	21,07	147,49
1F3X6	**m Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex** Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.	442,00	5,16	2.280,72

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LUMLEDPERG	**u Luminaria estanca para pérgolas de aparcamiento**			
	Sumnistro e instalación de luminaria estanca de la marca PHILIPS modelo 911401837080 WTC120C G2 LED25S/840 PSU PCO L1200 CORE LINE 4000K o similar . Incluye equipo electrónico. Lúmenes disponibles 2500lm/4000K con un consumo de 20.5W. Eficiencia del sistema real hasta 105lm/W, CRI 80. Tensión de red 220-240 Vac. Mantenimiento luminoso L70>54.000h a 25ºC. Dimensiones luminaria 1200x57x57mm. Marcado CE.	42,00	113,59	4.770,78
	TOTAL APARTADO 05.05.03 ALUMBRADO PÉRGOLAS			**13.390,95**
	APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA ESTACIÓN			
03.04	**m² Refino y planeo de una excavación**			
	Refino y planeo de una excavación para ajuste a cotas de proyecto, incluyendo el picado y retirada del material sobrante, limpieza del fondo y laterales, y nivelación final de la superficie para su posterior recepción de capas o elementos constructivos. Incluye mano de obra, herramientas manuales y medidas de seguridad necesarias.	180,00	0,98	176,40
XBX X	**m Led lineal exterior IP67 4000K, 1730 lm/m , 24 V dc, 19'2 W/m**			
	Suministro e instalación de led lineal para exterior o interior, IP67 4000K, 1730 lm/m, 24V CRI 80 y 19,2 W/m, regulable modelo Moon 19,2 de Lluira o similar Inclye: - Perfil para empotrar en pladur ST57 - Tapa final blanca ST57 - Difusor mate 2102152 - Pletina - Material necesario para su correcta colocación - Parte proporcional de fuente de alimentación clase II Totalmente montado y funcionando.	180,00	46,52	8.373,60
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**			
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	44,00	141,09	6.207,96
GLL080211	**u Caja de fusibles para alumbrado público IP13**			
	Suministro e instalación de caja de fusibles para alumbrado público, de la marca CLAVED modelo ACF41057 REF.1469M o similar. Incluye fusibles	8,00	21,07	168,56
ESC0307	**m Suministro y colocación de tubo Ø90mm, 450 N Rollo**			
	Suministro y colocación de tubo Ø90mm, de pared multiple (interior lisa y exterior corrugada) curvable tipo N 450 Rollo. Color Naranja, conforme a la norma UNE EN 61386-24 para canalizaciones subterráneas.	136,00	4,02	546,72
GLL080201	**m Línea de 4x6mm² bajo tubo CR, conductor 0.6/1kV RVFV**			
	Línea 4x6mm, de tensión nominal 0.6/1kV, norma UNE 21123-2, con designación genérica RVFV. Conductor: Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: Rígido, clase 2 según UNE-EN 60228 T máx. en el conductor: 90ºC en servicio permanente, 250ºC en cortocircuito. Aislamiento Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Colores: Azul, gris, marrón y negro: según UNE 21089-1 Cubierta interior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Armadura Fleje de acero Cubierta exterior Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1. Instalado bajo tubo PVC. Completamente montado, conectado y funcionando.	760,00	4,39	3.336,40
1H5X2.5	**m línea 4x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1kV Afumex** Linea 5x2.5mm+T.tierra,bajo tubo 'H' y conductor 0.6/1KV.Afumex.	102,00	16,12	1.644,24
	TOTAL APARTADO 05.05.04 ALUMBRADO PÉRGOLA			**20.453,88**
	APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	1,00	530,00	530,00
DOC Y TRAMD	**ud Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.	1,00	265,00	265,00
	TOTAL APARTADO 05.05.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS			**795,00**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.05 RED DE ALUMBRADO			**203.921,71**
	SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES			
05.06.01	**m Canalización telecomunicaciones** Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 2 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø110 mm (color/norma telecom), separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.	40,00	15,19	607,60
05.06.03	**PA Sistema de telecomunicaciones y videovigilancia** Suministro e instalación del conjunto de equipos de telecomunicaciones y videovigilancia para la estación de Petra, compuesto por los siguientes elementos: - Interfono Panphone IP-SIP Emergencia SOS Full Duplex amarillo: 2 unidades - Switch TpLink TL-SG3428XMP: 2 unidades - Pantallas industriales de 55” para información al viajero: 5 unidades - Cámaras de videovigilancia Hikvision DS-2CD2786G2HT-IZS: 17 unidades - Cámara panorámica Hikvision DS-2CD63C5G1-IVS: 1 unidad - Grabador Hikvision DS-7732NI-I4: 1 unidad - Disco duro WD Purple WD42PURZ 4 TB: 4 unidades - Soporte CCTV DS-1273ZJ-140-DM45: 17 unidades - Soporte CCTV DS-1275ZV-SUS: 17 unidades - Soporte CCTV DS-2280ZJ-SUS: 17 unidades			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Incluye el suministro, instalación, conexionado, configuración básica y todas las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento de todos los equipos descritos, anclaje, cableado y accesorios, así como la puesta en servicio completa.	1,00	28.620,00	28.620,00
05.06.02	**ud Arqueta de registro de 40x40**			
	Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico hueco de 1 pie (˜25 cm) de espesor, compuesto por solera de 25 cm de hormigón armado HA-30 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20×20 Ø8-8 B500T, enfoscado interior hidrófugo con mortero M-15 bruñido formando medias cañas, canal de fondo en HM-30, losa perimetral de hormigón en masa, y colocación de marco y tapa de fundición dúctil clase D-400 de 400×400 mm conforme UNE-EN 124, con pasatubos y sellado de juntas. Incluye replanteo, excavación y retirada de tierras, asiento y hormigonados, fábrica y revestimientos, rellenos y compactación perimetral, limpieza final y todos los medios auxiliares necesarios, dejando el pozo completamente ejecutado y en servicio.	3,00	309,97	929,91
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	8,40	22,65	190,26
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.06 RED DE TELECOMUNICACIONES .			**30.347,77**
	SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO			
TUBPEAD5010	**ml Tubería AD PE-45 d=45 10 atm**			
	Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 50 mm y presión nominal 10 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión.	240,00	12,12	2.908,80
TUBPEAD256	**ml Tubería AD PE-50 d=32mm 6 atm**			
	Suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad PE-50 en red de riego, de diámetro exterior 32 mm y presión nominal 6 atm, suministrada en rollos, incluso piezas especiales y elementos de unión, colocada en el interior de zonas verdes, medida la longitud completamente instalada en obra.	261,00	9,72	2.536,92
TUBPE16	**ml Tubería AD PE-50 dn=16mm, 6 atm**			
	Suministro e instalación de polietileno de 16 mm con goteros integrados, autorregulados y autolimpiantes, termosoldados en el interior de la pared a una equidistancia de 0,30 metros, para un caudal de 2,4 l/h a una presión de 0,4-0,5 atm. Incluye parte proporcional de accesorios y piezas especiales (filtros, tes, reductores, ventosas, etc., medida la longitud en funcionamiento.	346,00	9,33	3.228,18
TUB200PVCRAC	**ml Tubería PVC corrugada, junta elástica, SN8 DN=200 en acometidas**			
	Suministro y colocación de tubería de PVC corrugada doble pared teja SN8, sistema de unión por embocadura integrada (copa) provista de una junta elástica de doble anclaje, presión nominal de 8 atm, diámetro nominal 200 mm, según UNE-EN 13476 Incluye p.p. de juntas, piezas especiales, codos, tés. Incluye cualquier tipo de conexión (clips, etc.)	140,00	39,88	5.583,20
PRGRRIEG	**ud Programador riego**			
	Suministro e instalación de programador autónomo, formado por un circuito impreso con microprocesador aislado herméticamente, con pila de 9 voltios, para 4 electroválvulas con conexión tipo teléfono o por infrarrojos. Totalmente montado y conexionado	1,00	309,73	309,73

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ELECTVALV	**ud Electroválvula**			
	Electroválvula para riego, cuerpo de nylon inyectado, conexiones roscadas, de 1 1/2" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 V, con posibilidad de apertura manual y regulador de caudal. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución (válvulas, enlaces rosca, etc.), incluso conexiones eléctricas y todos elementos necesarios para la completa conexión. Incluso excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.			
		2,00	165,63	331,26
ARQREG40	**ud Arqueta de registro de 40x40**			
	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo H-6, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 40x40 cm y exteriores de 45x45 cm de altura variable. Incluye excavación, rellenos, conexión de tubos, rejuntado con mortero de cemento, enfoscado y enlucido, limpieza, transporte de material sobrante a lugar de empleo o vertedero, suministro y colocación de marco y tapa de acero inoxidable AISI316L, incluso relleno y fijación del pavimento en la tapa, clase C-250 según UNE-EN y remate embaldosado existente.			
		12,00	404,29	4.851,48
URM040	**m Línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electr**			
	Suministro e instalación de línea eléctrica monofásica enterrada para alimentación de electroválvulas y automatismos de riego, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G1 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 40 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada y conexionada.			
		20,00	10,68	213,60
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.07 RED DE RIEGO			**19.963,17**
	TOTAL CAPÍTULO 05 INSTALACIONES.....			**624.221,84**
	CAPÍTULO 06 MARQUESINAS			
	SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO			
06.01.01	**Kg Acero S275 JR en estructura soldada**			
	Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		27.150,00	3,59	97.468,50
06.01.02	**m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**			
	Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de es-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	pesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.	401,65	29,95	12.029,42
06.01.03	**Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**			
	Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo "C", con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.	17.059,00	3,35	57.147,65
06.01.04	**m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**			
	Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.	107,78	233,50	25.166,63
06.01.05	**m³ Hormigón de limpieza**			
	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	13,26	131,58	1.744,75
06.01.06	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra**			
	Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.	5.301,00	2,58	13.676,58
06.01.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**			
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	107,78	26,15	2.818,45
06.01.08	**ml Embellecedor metálico para cableado marquesinas**			
	Suministro y colocación de pletina/tapa-cables metálica tipo embellecedor para ocultación y protección del cableado de la instalación fotovoltaica en marquesinas de aparcamiento, desde arqueta de pie de poste hasta cubierta y a lo largo de correas, fijada a perfiles HEB (pilares) y correas de la estructura existente. Elemento fabricado en taller a medida (corte, plegado y taladros), con remates en encuentros y cambios de dirección, fijación mediante tornillería/abrazaderas compatibles con estructura metálica, dejando el cableado registrado y protegido frente a intemperie y actos vandálicos. Acabado color gris metalizado RAL 9006, acorde con la estructura de marquesina. Incluye replanteo,			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	medios auxiliares, tornillería y limpieza final. Totalmente instalado.	266,00	26,50	7.049,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 MARQUESINA APARCAMIENTO.....				**217.100,98**

SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN

06.02.01 **Kg Acero S275 JR en estructura soldada**

Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

21.842,00	3,59	78.412,78

06.02.02 **m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**

Aplicación de sistema de protección anticorrosiva y acabado decorativo sobre perfiles laminados o conformados en acero estructural, en ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944, mediante imprimación epoxi bicomponente y acabado con esmalte de poliuretano alifático, ambos de alto espesor y resistencia química, con color final gris metalizado (RAL 9006 o similar). El sistema de pintura incluirá: Preparación superficial del soporte mediante cepillado, desengrasado y limpieza para eliminar partículas sueltas, óxido y residuos de laminación, hasta grado St 2–3 según ISO 8501-1, Imprimación epoxi bicomponente tipo Amercoat 68 o equivalente, con espesor seco mínimo 75 µm, aplicada uniformemente sobre toda la superficie metálica, Capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático tipo C-Thane S250 o equivalente, color gris metalizado (RAL 9006 o similar), con espesor seco mínimo 50 µm y textura satinada o lisa, según indique la Dirección Facultativa, Espesor total seco del sistema = 125 µm, garantizando una durabilidad media–alta (>15 años) en ambiente exterior. Incluye protección de zonas adyacentes, mezclado y aplicación conforme a la ficha técnica del fabricante, p.p. de medios auxiliares, andamiaje, limpieza y control de calidad de espesores mediante medidor electromagnético. El sistema quedará perfectamente continuo, adherido, homogéneo y sin defectos visibles, cumpliendo las prescripciones de UNE-EN ISO 12944-5, UNE-EN ISO 8501-1, CTE DB-SE-A, y las especificaciones del fabricante de pintura.

398,00	29,95	11.920,10

06.02.03 **Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**

Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a la norma UNE-EN 10162, de las series omega o tipo “C”, con acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430), proporcionando protección anticorrosiva adecuada para ambiente exterior categoría C3–C4 según UNE-EN ISO 12944. El acabado final visible será en color gris metalizado, aplicando, cuando proceda, pintura o lacado protector compatible con el galvanizado, para un acabado uniforme con el resto de la estructura. Las correas estarán formadas por piezas simples dimensionadas según proyecto estructural, fijadas a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, tuercas autoblocantes, arandelas y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando la estructura completamente montada, alineada y protegida frente a la corrosión.

5.494,00	3,35	18.404,90

06.02.04 **m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**

Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.

121,53	233,50	28.377,26

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.02.05	**m³ Hormigón de limpieza**			
	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.			
		13,61	131,58	1.790,80
06.02.06	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra**			
	Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.			
		7.279,00	2,34	17.032,86
06.02.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**			
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		121,53	26,15	3.178,01
06.02.08	**m² Revestimiento compuesto simil madera**			
	Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.			
		574,00	109,40	62.795,60
06.02.09	**m² Cubierta de panel sandwich**			
	Suministro y colocación de cubierta metálica tipo panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesta por dos chapas de acero galvanizado y prelacado conforme a UNE-EN 10346 y UNE-EN 14782, unidas mediante un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad mínima 40 kg/m³. La cara exterior será de color blanco (RAL 9010 o similar) con acabado liso o grecado, y la cara interior, vista desde el andén, con acabado metalizado natural o aluminio zincado, de textura lisa reflectante, garantizando una buena luminosidad y un mantenimiento mínimo. Los paneles se fijarán sobre correas metálicas mediante tornillería autotaladrante de acero inoxidable A2 con arandela de estanqueidad EPDM o neopreno, dispuestos según el cálculo de succión de viento del CTE DB-SE-AE. Las juntas longitudinales y transversales se sellarán con banda butílica continua, asegurando la estanqueidad al agua y al aire. La partida incluye suministro, transporte, recorte en encuentros, fijaciones, sellados, solapes, piezas de remate en cumbreras y laterales, así como medios auxiliares, mano de obra, seguridad y limpieza final, dejando la cubierta completamente instalada, alineada, estanca y en servicio, con el acabado exterior blanco y cara interior metalizada.			
		574,00	52,53	30.152,22
	TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 MARQUESINA ANDÉN.....			**252.064,53**
	TOTAL CAPÍTULO 06 MARQUESINAS.....			**469.165,51**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS				
SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA				
EFEEFWEF12	**m³ Excavación en zanjas en suelo de arcilla semidura**			
	Excavación de tierras para formación de zanjas y pozos hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	136,80	22,65	3.098,52
EFGWEGWE114	**ud Arqueta prefabricada tipo A1**			
	Arqueta prefabricada de hormigón en masa tipo A1, dimensiones interiores típicas 60×60×60 cm, fondo de hormigón HM-20 (10 cm), rejuntado y nivelación, tapa y marco de fundición dúctil clase D400 (UNE-EN 124), recibidos y anclados, conexión de canalizaciones y limpieza.	30,00	313,45	9.403,50
EWEBERVCV	**m Relleno zanjas**			
	Ejecución de zanja en terreno natural, profundidad útil 0,80 m y ancho de fondo 0,45 m, cama de asiento de arena 10 cm, colocación de 3 tubos corrugados doble pared PEAD SN8 Ø90 mm, separados mediante soporte separador homologado, relleno lateral con arena y capa de protección superior 10 cm y relleno y compactación por tongadas con material seleccionado hasta coronación de zanja. Incluye replanteo, excavación, entibación si procede, pequeños achiques, unión de tubos con manguitos/juntas, control de pendientes, compactación y limpieza final.	136,80	16,07	2.198,38
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.01 OBRA CIVIL FOTOVOLTAICA			**14.700,40**
SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE				
07.01.01	**ud Ensayos Pull Out Test**			
	Realización de ensayo de arrancamiento y carga lateral (“Pull Out Test”) sobre perfil metálico de hinca correspondiente a la estructura fotovoltaica proyectada. Incluye, en su caso, predrilling previo, hincado del perfil de prueba hasta una profundidad objetivo de aproximadamente 1,80 m, ejecución de los ensayos a tracción y a carga lateral mediante equipo dinamométrico calibrado y relojes comparadores de desplazamiento, con registro de la deformación en ciclos de carga escalonados hasta los niveles de esfuerzo definidos en el protocolo de ensayo. Comprende igualmente el replanteo del punto, instrumentación completa, utilización de equipos y medios auxiliares, toma y tratamiento de datos, así como la interpretación de resultados y emisión del informe técnico final, con la verificación del cumplimiento de los criterios de desplazamiento admisibles. Ensayo completo, incluyendo protocolo, personal técnico y operarios, medios materiales y humanos, y entrega del informe de resultados debidamente firmado y documentado.	6,00	1.064,74	6.388,44
07.01.02	**ud structura soporte fotovoltaica tipo biposte**			
	Estructura portante para soporte de módulos fotovoltaicos en disposición horizontal (2H×2H por vano) según plano, formada por marcos metálicos tipo biposte con inclinación fija de 20°. La estructura está compuesta por perfiles de acero galvanizado conformado en frío, con secciones tipo C y Z, fabricados conforme a la norma UNE-EN 10162, con recubrimiento galvanizado Magnelis ZM310/ZM430 o equivalente, y resistencia mínima S250GD o S280GD. Los perfiles principales verticales (bipostes) se hincan directamente en el terreno, con profundidad máxima de 1,80 m en el apoyo trasero y 1,50 m en el delantero, de acuerdo con los resultados de los ensayos de arrancamiento “Pull Out Test” realizados en la zona. Las traviesas y correas horizontales se ensamblan mediante uniones atornilladas con tornillería galvanizada de alta resistencia, garantizando la continuidad estructural y la rigidez necesaria frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme a los criterios del CTE DB-SE-AE y del Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991) para estructuras exteriores. Los módulos fotovoltaicos se fijan mediante grapas o presillas de aluminio anodizado, asegurando el aislamiento galvánico entre materiales. El sistema incluye todos los anclajes, uniones, herrajes, apoyos, tratamientos anticorrosivos, replanteo, medios auxiliares y nivelación, dejando la estructura completa-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	mente montada, alineada y nivelada. La estructura deberá entregarse con la documentación técnica de justificación de resistencia estructural frente a las acciones de viento, nieve y peso propio, conforme al CTE DB-SE, DB-SE-AE, UNE-EN 1090, UNE-EN 10162 y Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991). Se exigirá una garantía estructural mínima de 25 años para los elementos de aluminio anodizado y de 15 años para los galvanizados, junto con la certificación de materiales y marcado CE de todos los componentes.	110,00	465,13	51.164,30
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.02 ESTRUCTURA PORTANTE.....			**57.552,74**

SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

FOTV0201 **ud Módulo fotovoltaico sobre pérgola**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo 460N-54HL4R-V o similar

Características Eléctricas en STC	
Potencia Máxima (Pmax)	460 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	33.60 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	13.69 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	40.17 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14.14 A
Eficiencia	23.02 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%
Características Térmicas	
Rango de Temperatura	-40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc	0,045 %/°C
Parámetros del Sistema	
Tensión Máxima del Sistema	1000 V
Características Mecánicas	
Dimensiones (A/A/F)	1762x1134x30 mm
Peso	21 kg
Numero de Células	108
Tipo de Vidrio	Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio	3,2 mm
Tipo de Trama	Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones	IP 68
Corte Transversal del Cable	4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

505,00 149,68 75.588,40

5DSVVVDVD **ud Módulo fotovoltaico en superficie**

Suministro e instalación de módulo fotovoltaico de la marca JinkoSolar Holding Co. Ltd modelo Tiger Neo N Type 635N-78HL4-V o similar

Características Eléctricas en STC	
Potencia Máxima (Pmax)	635 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	42.83 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	11.15 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	53.19 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11.67 A
Eficiencia	22.72 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3%

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

Características Térmicas
Rango de Temperatura -40~85 °C
Coeficiente de Temperatura de Pmax -0,29 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Voc -0,25 %/°C
Coeficiente de Temperatura de Isc 0,045 %/°C

Parámetros del Sistema
Tensión Máxima del Sistema 1000/1.500 VDC

Características Mecánicas
Dimensiones (A/A/F) 2465x1134x30 mm
Peso 30.6 kg
Numero de Células 156
Tipo de Vidrio Capa Antireflejo, Templado
Grosor de Vidrio 3,2 mm
Tipo de Trama Aluminio Anodizado
Caja de Proteccion de Uniones IP 68
Corte Transversal del Cable 4 mm2

Incluyendo accesorios de montaje, medios de elevación para su ejecución neceasarios a 5 metros de altura, cableado de interconexión, elementos de unión y soportación, pequeño material, replanteo, mano de obra, suministro, montaje, probada y en perfecto funcionamiento.
Contarán con una garantía de 25 años.

414,00 172,59 71.452,26

TOTAL SUBCAPÍTULO 07.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 147.040,66

SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES

INV01PL01 **ud Inversor de red de 110kW/400V**

Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 110-60 CORE 2 o similar con las siguientes características.

Profundidad [mm] 363
Ancho [mm 1117
Alto [mm] 363
Peso [kg] 93'5

EConexión de CC
Tensión de entrada máx. 1.100 V
Rango de Tensión MMP 500 a 800 V/585 V
Tensión asignada de entrada 585V
Tensión de entrada mínima 200V
Tensión de inicio 250V
Corriente máxima de entrada por MPPT 26A (22A<600V)
Corriente de c.c. máxima 40 A
Nº de seguidores MPP independientes 12
strings por entrada MPP 1

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 110 kW
Potencia máx. aparente de CA 110 kVA
Tensión nominal de CA 400V
Intervalo de tensión de CA de 320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 45 Hz a 55 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/400V
Corriente máx. de salida 159 A
Armónicos (THD) < 0,5 %

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,8 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,	1,00	8.278,99	8.278,99
INV02PL01	**ud Inversor de red de 100kW/400V** Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo SHP 100-20 400V o similar, con las siguientes características Profundidad [mm] 462 Ancho [mm 770 Alto [mm] 830 Peso [kg] 99 Entrada CC Pot. máx. del generador fotovoltaico 200kWp Tensión de entrada máx. 100 V Rango de Tensión MMP 590 a 1.000 V Corriente máxima de entrada 180 A Corriente de c.c. máxima 325 A Nº de seguidores MPP independientes 1 Nº de entradas 1 ó 2 Salida CA Potencia asignada a tensión nominal 100 kW Potencia máx. aparente de CA 100 kVA Tensión nominal de CA 400V/177V Intervalo de tensión de CA a 477 V Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 55 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz Corriente máx. de salida 151 A Armónicos (THD) < 0,3 %			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 ‹C a +60 ‹C (.13 ‹F a +140 ‹F) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,	3,00	11.980,19	35.940,57
INV01COB02	**ud Inversor de red SMA STP 25 kW/400V** Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 25-50 o similar, con las siguientes características: Profundidad [mm] 266 Ancho [mm 728 Alto [mm] 762 Peso [kg] 35 Entrada CC Pot. máx. del generador fotovoltaico 37500 Wp Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de Tensión MMP 430 a 800 V Corriente máxima de entrada 24 A Corriente de c.c. máxima 35 A Nº de seguidores MPP independientes 3 Nº de entradas 2 Salida CA Potencia asignada a tensión nominal 25.000 W Potencia máx. aparente de CA 25.000 VA Tensión nominal de CA 240V/415V Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Corriente máx. de salida 36.6 A Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,			
		2,00	4.902,60	9.805,20
INV02COB02	**ud Inversor de red SMA STP 15kW/400 V** Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 15-50, o similar, con las siguientes características: Profundidad [mm] 266 Ancho [mm 728 Alto [mm] 762 Peso [kg] 35 Entrada CC Pot. máx. del generador fotovoltaico 22500 Wp Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de Tensión MMP 257 a 800 V Corriente máxima de entrada 24 A Corriente de c.c. máxima 35 A Nº de seguidores MPP independientes 3 Nº de entradas 2 Salida CA Potencia asignada a tensión nominal 15.000 W Potencia máx. aparente de CA 15.000 VA Tensión nominal de CA 240V/415V			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V Corriente máx. de salida 36.6 A Armónicos (THD) < 3 % Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE Rendimiento Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 % Dispositivos de protección Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II Datos generales Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm Peso 99 kg (218 lb) Rango de temperatura de funcionamiento .25 C a +60 C (.13 F a +140 F) Emisión sonora, típica 69 dB(A) Autoconsumo (nocturno) < 5 W Topología Sin transformador Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones Tipo de protección (según IEC 60529) IP65 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 % Equipamiento / Función / Accesorios Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2) Indicador led (estado/error/comunicación) Interfaz ethernet (2 puertos) Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire Tipo de montaje Montaje en bastidor OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller Garantia: 25 anos› Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,			
		2,00	4.346,71	8.693,42
INV01COB03	**ud Inversor de red SMA STP 50kW/400V** Suministro e instalación de inversor de la marca SMA modelo STP 50-40/41 CORE I o similar, con las siguientes características: Profundidad [mm] 569 Ancho [mm 733 Alto [mm] 661 Peso [kg] 82 Entrada CC Pot. máx. del generador fotovoltaico 51.000 Wp Tensión de entrada máx. 1000 V Rango de Tensión MMP 500 a 800 V Corriente máxima de entrada 120 A Corriente de c.c. máxima 30 A Nº de seguidores MPP independientes 6 Nº de entradas 2 por MPPT			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

Salida CA
Potencia asignada a tensión nominal 50.000 W
Potencia máx. aparente de CA 50.000 VA
Tensión nominal de CA 240V/415V
Intervalo de tensión de CA 176V a 275 V/304 V a 477 V
Frecuencia de red de CA/rango 50 Hz / 44 Hz a 56 Hz
Frecuencia de red asignada 50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida 36.6 A
Armónicos (THD) < 3 %
Fases de inyección/conexión de CA 3/3-PE

Rendimiento
Rendimiento máx./rendimiento europeo 98,7 % / 98,4 %

Dispositivos de protección
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1) I / CA: III; CC: II

Datos generales
Dimensiones (ancho/alto/fondo) 770 mm/830 mm/462 mm
Peso 99 kg (218 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento .25 kC a +60 kC (.13 kF a +140 kF)
Emisión sonora, típica 69 dB(A)
Autoconsumo (nocturno) < 5 W
Topología Sin transformador
Sistema de refrigeración OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones
Tipo de protección (según IEC 60529) IP65
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) 100 %
Equipamiento / Función / Accesorios
Conexión de CC/CA Terminal de cable (hasta 300 mm2)/borne roscado (hasta 150 mm2)
Indicador led (estado/error/comunicación)
Interfaz ethernet (2 puertos)
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire
Tipo de montaje Montaje en bastidor
OptiTrac/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantia: 25 anos›
Certificados y autorizaciones (pendientes) IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549,

		1,00	8.658,66	8.658,66

TOTAL SUBCAPÍTULO 07.04 INVERSORES..... 71.376,84

SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC

1X6H1 **ml Cable unipolar H1Z2Z2-k 1/1.5 0.6/1 kV 6mm2**

Circuito de corriente continua de 1x6 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z272-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		2.890,00	3,28	9.479,20
AISDRL50	**ml Instalación de tubo corrugado de D.50mm 250N**			
	Suministro e instalación de tubo corrugado doble capa D.50mm 250N, para instalación enterrada.	5.174,00	2,32	12.003,68
1X16H1	**ml Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 16mm2**			
	Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.	1.660,00	7,08	11.752,80
1X10H1	**ml Cable unipolar H1Z2Z2-K 1/1.5 0.6/1kV 10mm2**			
	Circuito de corriente continua de 1x16 mm2 de sección, tipo TECSUN (PV) H1Z2Z2-K 1/1,1kV o equivalente. Conductor: cobre electrolítico, fexibilidad clase 5 según UNE 21022. Aislamiento: mezcla especial a base de poliolefinas, tipo DIX3. Todo ello en montaje sobre bandeja y los tramos terminales sobre tubo, incluso parte proporcional de tubos, bridas, terminales, etc. Completamente montado instalado y conexionado.	1.450,00	5,13	7.438,50
FUS20ASOL	**ud Fusibles fotovoltaicas curva gPV de 20A**			
	Suministro e instalación de fusibles para instalaciones fotovoltaicas curva gPV de 20 A tamaño 10x38. inclueyndo el contacto auxiliar de fusibles que hayan saltado y la base portafusible.	118,00	13,83	1.631,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.05 CABLEADO Y PROECCIONES CC				**42.306,12**

SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA

REDTT	**ud Red de tierras pérgolas**			
	Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 120 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la linea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y picas para red de toma de tierra, cada 20m, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.	3,40	3.324,80	11.304,32
REDTTFV	**ud Red de tierra planta FV**			
	Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructuras metálicas de las marquesinas, compuesta por 1027 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 60 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm2 de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares metálicos a conectar y 1 picas para red de toma de tierra, cada 200ml, formada por pieza de acero cobreado con vano electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. Incluso punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.	1,00	20.749,77	20.749,77
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.06 PUESTA A TIERRA			**32.054,09**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES CA			
07.06.01	**m Línea de 4x35mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.90mm**			
	Línea 5x35 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.	312,00	50,52	15.762,24
07.06.02	**m Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m**			
	Línea de 4x50mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.110m	88,00	110,29	9.705,52
07.06.03	**m Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m**			
	Línea de 4x95mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.125m	32,00	83,92	2.685,44
07.06.04	**m Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m**			
	Línea de 4x120mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160m	106,00	95,56	10.129,36
LGA150	**m Línea de 4x150mm2 RZ1K(As) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.200m**			
	Línea de 4x150mm2 RZ1K(AS) Cu Afumex, bajo tubo corrugado D.160mm 4 atm.	289,00	115,21	33.295,69
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.07 CABLEADO Y PROTECCIONES				**71.578,25**
	SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN			
FOTV0701	**ud Gestor de energía**			
	Suministro e instalación de Gestor de energía SMA Data Manager M (EDMM-20) o similar de las siguientes características Datos técnicos SMA DATA MANAGER M Datos maestros Número de equipos compatibles en total, de los cuales: 50 Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles 50 Número máximo de inversores fotovoltaicos compatibles a través del Modbus Sunspec (p.ej. Sunny Tripower CORE2) 50 Número máximo de inversores de batería compatibles 50 Número máximo de puntos de carga compatibles (EV Charger Business) 50 número máximo de contadores de energía compatibles (electricidad y gas), generadores de contadores de energía, sistemas de E/S, sensores 50 Potencia nominal de la planta máxima de los inversores fotovoltaicos (potencia nominal de CA) 2,5 MVA (modo de regulación) Potencia nominal de la planta máxima de los inversores de batería (potencia nominal de CA) 7,5 MVA (modo de control o pura monitorización) Registro de datos automático para generadores virtuales de contadores de energía (inversor fotovoltaico, planta de cogeneración, contador de gas, generador diésel, central hidroeléctrica) . Conexiones Suministro de tensión Conexión de 2 polos, MINI COMBICON RS485 Conexión de 2 x 6 polos, MINI COMBICON Red (LAN) 3 x RJ45 (1 x Internet, 2 x red de instalaciones) 10BaseT/100BaseT Punto de acceso WLAN para la puesta en marcha y el acceso a la interfaz de usuario. Conexiones adicionales 10 x Digital In, 1 x Fast Stop, 5 x relés multifunción (MFR), 4 x Analog In (0 mA a 20 mA), 4 x Analog Out (0 mA a 20 mA), 2 x temperatura (PT100), 1 x pulsador de reset Suministro de tensión Suministro de tensión Fuente de alimentación externa (disponible como accesorio) Tensión de entrada De 10 V a 30 V CC			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Consumo de potencia Tipo 8 W Condiciones ambientales durante el funcionamiento Entorno Clase 3K7 limitada según IEC60721-3-3 Temperatura ambiente 20 °C a +60 °C Rango permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación) 5 % al 95 % Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar 0 m a 3000 m (.70 kPa) Tipo de protección según IEC 60529 IP20 (NEMA 1) Datos generales Dimensiones (ancho/alto ./fondo) 216 mm / 90 mm / 68 mm Peso 372 g Lugar de montaje Interiores Tipo de montaje en carril DIN/montaje mural Indicación de estado LED para estado del sistema y de la comunicación Equipamiento Garantía 2 años Certificados y autorizaciones (otros a petición) Accesorios (opcional) Fuente de alimentación para carril DIN Phoenix Contacto, entrada: 100 V CA a 240 V CA, salida: 24 V CC/2,5 A, Sistema de E/S externo ioLogik E1214 (6 DI/6 salidas de relé)			
		2,00	1.219,00	2.438,00
FOTV0702	**ud Sistema de monitorización** Implantación, incluyendo pago de licencias de sistema de monitorización online de plantas fotovoltaicas.			
		1,00	7.897,00	7.897,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.08 MONITORIZACIÓN			**10.335,00**
	SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y LEGALIZACIÓN			
FOTV1001	**ud Pruebas de puesta en servicio** Trabajos de pruebas y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas realizadas: - Presentación del plan de control de calidad propuesto por el Instalador. - Verificaciones de los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos: Cuadros eléctricos, centros de medida. - Verificaciones a realizar en los circuitos eléctricos: Resistencia aislamiento, rigidez dieléctrica, corrientes de fuga, impedancia de bucle, secuencia de fases, equilibrado de fases, caída de tensión. - Ajustes a realizar en las protecciones y relés térmicos, magnéticos y diferenciales. - Pruebas de las maniobras sobre los distintos receptores tanto de alumbrado como de fuerza. - Etiquetado de la totalidad de elementos y cableado que forman el sistema según codificación corporativa del cliente. - Puesta en marcha de la instalación y pruebas de funcionamiento real.			
		1,00	530,00	530,00
FOTV1002	**ud Tramitación punto de coenxión con Cia suministradora** Tramitación punto de conexión con la suministradora (no incluye el pago de acceso y conexión)			
		1,00	530,00	530,00
FOTV1003	**ud Certificado de instalación FV** Certificado de instalación FV, firmado por instalador autorizado y sellado por la empresa suministradora			
		1,00	530,00	530,00
DOCYCERT	**ud Documentación y certificaciones** Tareas de preparación de la documentación final de obra de las instalaciones: - Pruebas y verificaciones de funcionamiento de las instalaciones. - Pruebas y verificaciones de funcionamiento del sistema de gestión técnica. - Planos actualizados con las instalaciones realmente ejecutadas. - Esquemas unifilares de las instalaciones. - Esquemas de control de las instalaciones.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	- Memoria y descripción de partidas actualizada con lo realmente ejecutado. - Certificados de conformidad y fichas técnicas de los materiales y equipos. - Certificados de garantía de los materiales y equipos, debidamente sellados por el fabricante. - Certificados de pruebas y ensayos realizados. - Certificado de inspección de la OCA (incluye contratación de OCA) e informe completo con todas las verificaciones realizadas. - Manuales de usuario, instalación y mantenimiento de los equipos. - Listado de repuestos recomendados. - Documentos de legalización: Proyectos, certificados, y autorizaciones. Se entregarán tres copias en soporte papel y tres copias en soporte informático (editable y en pdf.) con la estructura de directorios y apartados acordados con la Dirección Facultativa y la Propiedad.	1,00	530,00	530,00
LEGYTRAM	**ud Legalizaciones y tramitaciones** Previa a la puesta en marcha de la instalación serán de requerimiento las siguientes legalizaciones y tramitaciones: Tramitaciones - Tramitaciones pertinentes ante la DGEiCC - Dirección General de Energía y Cambio Climático. - Tramitaciones pertinentes ante compañía distribuidora. - En definitiva, todas las tramitaciones según la DGEiCC para la puesta en marcha de las instalaciones y tramitaciones ante la compañía distribuidora para la legalización y puesta en servicio. Legalizaciones: - Certificado de cualificación individual (Boletín de instalador) - Certificado final de obra	1,00	530,00	530,00
CONCAL	**ud Control de calidad** Se supervisará y tendrá como objetivo asegurar que durante el proceso de edificación se cumplan con todas las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra, así como unas adecuadas condiciones de calidad y con la normativa de aplicación. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece los requisitos básicos de seguridad y salubridad, éstos marcan las exigencias mínimas de calidad que deben de cumplir los edificios y sus instalaciones. En el control de la calidad en la ejecución de la obra se desarrollará en en base a: - Control de Recepción de los productos, equipos y sistemas que se suministren en las obras. - Control de Ejecución de la obra, tanto del edificio como de sus instalaciones. - Control de Obra Terminada. - Certificado de los materiales utilizados en la instalación	1,00	530,00	530,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 07.09 TRAMITACIÓN, INSPECCIÓN Y				**3.180,00**
TOTAL CAPÍTULO 07 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS				**450.124,10**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 EDIFICIOS				
	SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA			
08.01.01	**Kg Acero S275 JR en estructura soldada**			
	Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares y zunchos, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	5.301,00	3,77	19.984,77
08.01.02	**m² Pintura Epoxi+ esmalte acabado estructura metálica**			
	Pintura sobre perfiles laminados, con imprimación epoxi bicomponente Amercoat 68 o equivalente y capa de esmalte de poliuretano alifático C-Thane S250, o equivalente, en color y textura a definir por D.F., i/cepillado del soporte y p.p. de medios auxiliares. Totalmente terminado.	141,22	29,95	4.229,54
08.01.03	**Kg Acero correas metálicas S235 JRC con imprimación epoxi**			
	Suministro y montaje de correas metálicas conformadas en frío, fabricadas en acero estructural S235JRC conforme a UNE-EN 10162, de las series omega o tipo Z de 160mm, con el acabado galvanizado en continuo (mínimo Z275 o Magnelis ZM310/ZM430) para protección anticorrosiva en ambiente exterior. Las correas estarán formadas por piezas simples, dimensionadas según proyecto, y se fijarán a las cerchas o vigas principales mediante uniones atornilladas, con tornillería galvanizada de alta resistencia y elementos de sujeción incluidos. La partida comprende el suministro, transporte, manipulación, montaje, alineación, nivelación y fijación definitiva en obra, así como todos los accesorios, anclajes, herrajes, medios auxiliares y medidas de seguridad necesarias para su correcta ejecución. Estructura completamente terminada y conforme a las normas UNE-EN 1090 y UNE-EN ISO 1461.	1.492,00	3,65	5.445,80
08.01.04	**m³ Hormigón armado HA-30 cimentación**			
	Hormigón armado HA-30 l/p.p. de medios auxiliares, incluso vibrad y curado, incluidas vertido directo y colocación definitiva con grúa autopropulsada. Totalmente terminado.	31,82	233,50	7.429,97
08.01.05	**m³ Hormigón de limpieza**			
	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	6,07	131,58	798,69
08.01.06	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra**			
	Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y colocado en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.	2.397,00	2,58	6.184,26
08.01.07	**m³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semid**			
	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	72,70	26,15	1.901,11
08.01.08	**m² Hormigón de nivelación**			
	Formación de capa de hormigón para nivelado de irregularidades en el suelo cimentado, de 5 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/12, fabricado en central, en el fondo de la excavación previamente realizada.	163,50	8,55	1.397,93

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08.01.09	**m³ Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón H**			
	Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m³; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.	40,88	378,91	15.489,84
TOTAL SUBCAPÍTULO 08.01 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA				**62.861,91**
	SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS			
08.02.01	**m² Cubierta plana no transitable**			
	Suministro y colocación de cubierta no transitable de panel sándwich metálico con pendiente 2 %, formada por chapa exterior de acero prelacado 0,6 mm perfil grecado, núcleo aislante PIR de 50 mm (0,022 W/m·K) y chapa interior galvanizada 0,5 mm, con juntas longitudinales y transversales selladas con banda butílica y tapones de testa para garantizar la estanqueidad total en baja pendiente. Fijación a correas metálicas mediante tornillería autotaladrante Ø 5,5 mm con arandela EPDM y arandela metálica, según CTE DB-SE-AE y UNE-EN 14509. Se dispondrá una cámara ventilada interior de 40–60 mm bajo el panel, con entradas en alero y salidas en cumbrera, provistas de rejillas microperforadas antipájaros. Bajo esta, instalación de falso techo metálico perforado de acero o aluminio 0,6–0,8 mm (15–20 % perforación) suspendido mediante varilla M6/M8 y perfilería “T”, con lana mineral 40 mm (30–50 kg/m³) y velo negro absorbente acústico. Incluye barrera de vapor de polietileno 200 µm cuando el local lo requiera, así como remates de cumbrera, aleros, testeros y encuentros estancos, pasos de instalaciones con manguitos EPDM, medios auxiliares, seguridad y limpieza final. La cubierta quedará completamente estanca, nivelada y rematada.	192,90	117,96	22.754,48
08.02.02	**m² Falso techo registrable con perfilería oculta**			
	Suministro y montaje de falso techo continúo formado por placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica galvanizada oculta, suspendida del forjado mediante varillas regulables y cuelgues rápidos de acero, con separación entre montantes no superior a 600 mm. La estructura estará compuesta por perfiles primarios tipo T de 47/60 mm y perfiles secundarios tipo F de 47 mm, ambos galvanizados, fijados entre sí mediante grapas y escuadras homologadas. Las juntas entre placas se tratarán con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie lisa, uniforme y sin imperfecciones. Una vez seco y lijado, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca, lavable y transpirable, con acabado liso mate, color blanco (RAL 9010 o similar). Incluye suministro de todos los materiales, estructura metálica, placas PYL, tornillería, cinta y pasta de juntas, imprimación y pintura, así como replanteo, medios auxiliares, seguridad y limpieza final, dejando el techo completamente terminado, nivelado y listo para uso.	72,39	51,09	3.698,41
08.02.03	**m² Revestimiento compuesto simil madera**			
	Falso techo registrable adosado en exteriores, considerando un grado de complejidad medio, constituido por trama modular de aluminio de perfiles de sección cuadrada y perfiles angulares, con una modulación de 600 mm, fijados al forjado o elemento soporte con anclajes directos, lamas huecas de madera tecnológica (WPC), de 40x40x3000 mm y 4 mm de espesor, compuestas por material termoplástico y fibras vegetales con refuerzo mineral, acabado imitación madera de nogal. Incluso fijaciones para el anclaje.	78,22	109,40	8.557,27
08.02.04	**m Ventanal abatible de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**			
	Suministro y colocación de ventana abatible formada por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con rotura de puente térmico (RPT) y acabado termoendurecido, provista de marco y hoja abatible con bisagras y herrajes de acero inoxidable AISI 304. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio irá acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, con sellado perimetral en frío mediante silicona neutra incolora, compatible con el aluminio y garantizando la			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	estanqueidad total del conjunto.Incluye burletes de estanqueidad EPDM, cierres multipunto o cremona, tornillería y anclajes, suministro y colocación de todos los herrajes, ajuste, nivelación y limpieza final. Las hojas quedarán perfectamente alineadas y niveladas, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso conforme a la normativa vigente. Cumpliendo las especificaciones del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética) y UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales). Incluye: todos los materiales (marcos, hojas, herrajes, burletes, vidrio, silicona, fijaciones), mano de obra de instalación, sellado, limpieza final y señalización de las hojas móviles conforme a la normativa de seguridad en acristalamientos.	13,80	731,74	10.098,01
08.02.05	**m Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,60 m**			
	Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,60 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Incluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.	3,20	655,31	2.096,99
08.02.06	**m Puerta enrollable motorizada de 2,20m de altura**			
	Suministro y montaje de puerta enrollable motorizada de varillas de acero zincado, color gris metalizado, con malla en forma de aros entrelazados (tipo Convi o similar), de 2,20 m de altura y ancho según hueco de proyecto, con acabado galvanizado color plata y recubrimiento protector anticorrosivo. Compuesta por lamas o varillas de acero macizo unidas mediante eslabones de acero galvanizado, cajón recogedor superior forrado en chapa galvanizada, eje de acero con muelles de torsión templado, poleas circulares, y guías laterales de acero galvanizado de 2 mm de espesor con burletes de goma de estanqueidad. Accionamiento mediante motor eléctrico trifásico (motor tubular o central de eje), con cuadro de maniobra, finales de carrera regulables, pulsador interior de apertura/cierre, sistema de desbloqueo manual y receptor con mando a distancia. Incluye cerradura central con llave de seguridad, fallebas laterales, herrajes y anclajes, cableado eléctrico, puesta a punto, ajuste y comprobación de funcionamiento. La instalación se realizará alineada y nivelada, con todas las medidas de seguridad y señalización conforme a normativa. La puerta quedará totalmente instalada, ajustada y probada, cumpliendo las disposiciones de seguridad de la Directiva 2006/42/CE (Máquinas), UNE-EN 13241-1 (puertas motorizadas de uso industrial y comercial), CTE DB-SUA (seguridad de utilización) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).	8,70	785,35	6.832,55
08.02.07	**ud Ventana abatible 0.60x1,95m vidrio traslúcido**			
	Suministro y colocación de ventana abatible de aluminio lacado color gris metalizado, de 0,60 × 1,95 m, con perfil europeo de rotura de puente térmico (RPT) y acristalamiento traslúcido tipo 4/12/4, formado por vidrio laminado o templado 4+4 mm exterior con tratamiento ácido (mateado al ácido, translúcido blanco), cámara deshidratada de 12 mm con gas argón, y vidrio interior 4 mm incoloro, conforme a UNE-EN 1279 y CTE DB-HE 1. La ventana incluirá bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura multipunto o cremona, maneta de aluminio, burletes de estanqueidad EPDM, y sellado perimetral con silicona neutra color aluminio o gris, compatible con el material soporte. El conjunto se entregará perfectamente nivelado, estanco y ajustado, con colocación de calzos de apoyo y anclajes mecánicos a obra, pruebas de apertura y limpieza final. Cumple con las exigencias del CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-SUA (seguridad de uso y accesibilidad) y la norma UNE-EN 14351-1 (ventanas y puertas peatonales ex-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	teriores). Incluye (marco, hoja, herrajes, burletes, acristalamiento traslúcido, silicona, anclajes), mano de obra completa de montaje, ajuste, limpieza final y señalización conforme a la normativa de acristalamientos de seguridad.			
		2,00	496,82	993,64
08.02.08	**m Ventanal fijo de vidrio templado 12 mm, altura 2,20 m**			
	Suministro y colocación de ventanal fijo de 2,20 m del alto formado por perfilería de aluminio color gris metalizado (RAL 9010 o similar), con acabado termoendurecido y marco perimetral anclado a la fábrica o estructura. Acristalamiento mediante vidrio templado de silicato sódico-cálcico incoloro de 12 mm de espesor, con clasificación de prestaciones 1C1 según UNE-EN 12600, bordes pulidos y tolerancias de planeidad conforme a UNE-EN 12150-1. El vidrio se montará acuñado sobre calzos de apoyo perimetrales y laterales, fijado a la carpintería mediante sellado perimetral en frío con silicona neutra incolora, compatible con el aluminio, garantizando la estanqueidad total del conjunto y la compensación de dilataciones térmicas. El sistema incluirá burletes de estanqueidad EPDM, perfiles de marco y hoja fijos, silicona, juntas, fijaciones, anclajes, y elementos de seguridad, así como la mano de obra de montaje, ajuste y limpieza final. El conjunto quedará perfectamente alineado, nivelado y estanco, garantizando la estanqueidad al aire y al agua, el aislamiento térmico y acústico, y la seguridad de uso. Cumpliendo lo dispuesto en el CTE DB-SI (seguridad en caso de incendio), CTE DB-HE 1 (limitación de demanda energética), CTE DB-HR (protección frente al ruido), y las normas UNE-EN 12150-1 y UNE-EN 12600 (vidrio templado de seguridad). Inluye vidrio templado con bordes pulidos, perfilería de aluminio lacado, calzos, burletes, silicona neutra, anclajes, fijaciones, sellados, medios auxiliares, mano de obra completa, limpieza y señalización conforme a normativa de acristalamientos de seguridad.			
		3,20	620,04	1.984,13
08.02.09	**m² Fachada ventilada sobre edificio existente**			
	Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio de 0,5–0,6 mm de espesor, núcleo aislante rígido de poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR) de densidad aproximada 40 kg/m³, y chapa interior galvanizada prelacada de 0,4–0,5 mm de espesor. Los paneles se fijarán sobre subestructura galvanizada de 35 mm de espesor formada por perfiles tipo omega o "Z", anclada al paramento existente mediante tacos químicos, varillas roscadas y resina epoxi o anclajes mecánicos, según la naturaleza del soporte. Se conformará una cámara ventilada continua de 35 mm, con rejillas microperforadas antipájaros en la parte inferior y superior, asegurando una ventilación neta = 1/500 de la superficie proyectada. Los paneles se montarán con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o cincado, provista de arandelas de estanqueidad EPDM, y bandas butílicas en testas y solapes para garantizar la estanqueidad al aire y al agua. Se ejecutarán todos los remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco, en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, con plegado mínimo de 40 mm, garantizando la continuidad de la ventilación y la protección del sistema. Incluye replanteo previo en obra, cortes, encuentros, ajustes, colocación de piezas especiales, medios auxiliares, seguridad y salud, limpieza final y gestión de residuos, dejando el cerramiento perfectamente alineado, estanco, ventilado y con acabado uniforme en color blanco.			
		68,25	154,71	10.558,96
08.02.10	**m² Fachada ventilada sobre edificio nuevo**			
	Suministro y colocación de fachada ventilada mediante panel sándwich metálico de 50 mm de espesor, compuesto por chapa exterior prelacada blanca (RAL 9010 o similar) de acero galvanizado o aluminio, 0,5–0,6 mm, núcleo aislante rígido PUR/PIR (densidad ˜ 40 kg/m³) y chapa interior galvanizada prelacada 0,4–0,5 mm. Instalación directa sobre la estructura metálica o correas previstas en proyecto, sin subestructura adicional, conformando cámara ventilada continua con rejillas microperforadas antipájaros inferior y superior, garantizando ventilación neta mínima = 1/500 de la superficie de fachada. Juntas transversales y longitudinales selladas con banda butílica y tapones de testa, asegurando estanqueidad frente a lluvia, viento y condensaciones. Fijación mecánica con tornillería autotaladrante de acero inoxidable o acero cincado con recubrimiento anticorrosivo, con arandelas EPDM, conforme a especificaciones del fabricante y CTE DB-SE-AE (succión de viento). Ejecución de remates plegados de chapa galvanizada o aluminio lacado blanco en coronación, arranques, jambas y encuentros laterales, plegado mínimo 40 mm, asegurando protección de cantos, continuidad estética y ventilación del sistema. Incluye: replanteo, cortes, encuentros, ajustes, piezas especiales, medios auxiliares y limpieza final, dejando el cerramiento alineado, estanco, ventilado y acabado uniforme en color blanco (RAL 9010 o similar).			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		201,59	105,33	21.233,47
08.02.11	**m² Trasdosado interior**			
	Ejecución de trasdosado interior autoportante mediante estructura metálica galvanizada formada por montantes 48/70 mm a 600 mm de separación, anclados a canales perimetrales fijados a suelo y techo. Entre montantes se colocará aislamiento de lana de roca de 40 mm de espesor y densidad 30–40 kg/m³, con velo negro acústico. Cierre interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 12,5 mm de espesor, fijada con tornillería autorroscante a la estructura metálica. Ejecución de juntas tratadas con cinta microperforada y pasta de juntas, obteniendo una superficie perfectamente lisa. Sellado perimetral con masilla o silicona acústica en encuentros con forjados, cerramientos o carpinterías, así como remates en huecos y rincones. Una vez seco y lijado el paramento, se aplicará imprimación selladora acrílica y dos manos de pintura plástica blanca lisa, lavable. Incluye suministro y colocación de todos los materiales, perfilería galvanizada, placas de yeso laminado, aislamiento de lana mineral, tornillería, cintas y pastas de juntas, selladores, imprimación, pintura, medios auxiliares, replanteo, seguridad y limpieza final, dejando el trasdosado completamente terminado y listo para uso.			
		191,50	60,84	11.650,86
08.02.12	**m² Acondiconamiento cubierta edificio existente**			
	Acondicionamiento integral de la cubierta plana no transitable del edificio existente, tras la demolición del acabado anterior, incluyendo la limpieza, regularización y preparación de la superficie de soporte para la aplicación del nuevo sistema de impermeabilización y acabado. Ejecución de impermeabilización bicapa compuesta por primera capa de imprimación bituminosa en frío, tipo emulsión asfáltica y segunda capa: lámina bituminosa elastomérica tipo LBM (SBS) 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, adherida a fuego sobre el soporte. Sobre la impermeabilización se colocará una capa de protección pesada mediante grava lavada (“chino rodado”) de 30–40 mm de diámetro y espesor 5 cm, extendida sobre geotextil filtrante de polipropileno 150 g/m², para evitar la migración de finos y proteger la membrana impermeabilizante frente a radiación solar y punzonamiento. Formación de petos perimetrales de ladrillo macizo o bloque cerámico recibido con mortero M-5, con altura aproximada de 10–15 cm, para contención de la grava y evitar su caída hacia la fachada ventilada. Se dispondrán piezas de remate metálico o vierteaguas galvanizado/lacado sobre el peto, garantizando la evacuación superficial del agua y evitando filtraciones. En los puntos bajos se dispondrán sumideros sifónicos o drenajes puntuales, asegurando una correcta evacuación de aguas. Incluye limpieza de soporte, formación de pendientes locales (si procede), imprimación, impermeabilización, geotextil, grava, petos, remates, drenajes, sellados, medios auxiliares, seguridad y gestión de residuos, dejando la cubierta completamente terminada, estanca, nivelada y funcional.			
		40,00	92,43	3.697,20
	TOTAL SUBCAPÍTULO 08.02 CERRAMIENTOS 104.155,97			
	SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS			
	APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA			
ACOM	**ud Acometida de agua potable**			
	Acometida desde la red general de abastecimiento de agua hasta contador general según prescripciones de EMAYA, incluso obra de albañilería para conexión tanto a la red de abastecimiento, como a contador ubicado en armario incluso accesorios de conexión. Medida la longitud ejecutada, conexionada y probada según indicaciones de la Dirección Facultativa.			
		1,00	661,44	661,44
AFS50PE	**m Tubería PE 100 ALTA DENSIDAD, SDR 11, PN 16 - D=50 UNE EN 12201**			
	Tubería fabricada en PE 100 RC, multicapa para conducciones de agua a presión. Capa externa en color negro con bandas azules, altamente resistente a la fisuración y al punzonamiento y capa interna en color azul con aditivo antimicrobiano, resistente a los procesos de desinfección y protección anti-incrustaciones, SDR 11, PN 16 de diámetro exterior 50 mm y espesor 4.6 mm, i/p.p. accesorios. Fabricada según EN 12201 y PAS 1075.			
		20,00	7,31	146,20
	TOTAL APARTADO 08.03.01 ACOMETIDA 807,64			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET			
AFS25	**m TUBO POLIPROPILENO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8** Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108.	12,00	7,14	85,68
ACS25AISL	**m TUBO PPR-CT, ECO-SIS CT Fusión S4/SDR 9-25x2.8 AISLADA** Suministro y colocación de tubería de polipropileno Serie 4 / SDR 9, ECO - SIS CT Fusión o similar para agua fría, A.C.S., calefacción y climatización, de diámetro exterior 25 mm y espesor 2,8 mm, color gris con bandas amarillo pistacho, fabricado según Norma DIN 8077, DIN 8078 y Reglamento particular de AENOR RP1.58, i/p.p. codos, manguitos, tés, y demás accesorios. Instalada según Norma UNE 12.108, con aislamiento flexible tipo armaflex SH cumplimiendo el RITE.	12,00	13,37	160,44
TOTAL APARTADO 08.03.02 GENERALES DE AFS/ACS/RET				**246,12**
	APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES			
V.CORTEASEO-R	**ud Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no desmontable, roja** Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada PN40 con mando palanca color Rojo	2,00	13,49	26,98
V.CORTEASEO-A	**ud Válvula de corte 3/4", cromada, de maneta no demsontable, azul** Suministro e instalación de válvula de corte, 3/4" cromada con mando palanca color azul.	2,00	14,15	28,30
I INODORO	**ud Instalación de inodoro mediante tubería multicapa** Instalación de fontanería para un inodoro realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.	3,00	43,97	131,91
I LAVABO	**ud Instalación lavabo mediante tuberia multicapa** Instalación de fontanería para un lavabo realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.	4,00	55,14	220,56
I URINARIO	**ud Instalación de urinario mediante tubería multicapa** Instalación de fontanería para un urinario realizada con tuberías multicapa PEX Serie 5 tubo en tubo para la red de agua fría, con p.p. de tubo (color azul en tuberías de AFS y color rojo en tuberías de ACS) a instalarse en paramentos verticales incluyendo válvulas de escuadra previas a la conexión al aparato sanitario, así como los latiguillos flexibles, utilizando el sistema Q&P PPSU para su conexión, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	s/CTE-HS-4/5.	2,00	44,42	88,84
I FREGADERO	**ud Instalación de fregadero mediante tubería PEX** Instalación de fontanería para un fregadero realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.	1,00	73,28	73,28
I LAVA	**ud Instalación de lavajillas/lavadora mediante tubería PEX** Instalación de fontanería para un lavavajillas/lavadora realizada con tuberías de polietileno reticulado enfundado para la red de agua fría y caliente, totalmente terminada según normativa vigente, sin incluir los aparatos sanitarios ni la grifería. s/CTE-HS-4/5.	1,00	50,84	50,84
TOTAL APARTADO 08.03.03 INSTALACIONES INTERIORES				**620,71**
	APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS			
C110110	**ud Bomba para circulación Yonos PICO 25/1-8-130** Sumninistro e instalación de bomba estándar de alta eficiencia de rotor húmedo de la marca WILO modelo Yonos PICO 25/1-8-130 o similar con regulación electrónica.	1,00	459,18	459,18
C110111	**ud Válvula mezcladora termostática para ACS** Suministro e instalación de válvula termostática para ACS de la marca SEDICAL modelo VMT 3/4"o similar. Totalmente montada y funcionando.	1,00	676,35	676,35
C110112	**ud Termostato de vaina para tubería** Suministro y montaje de termostato. Totalmente montado y funcionando.	1,00	18,15	18,15
C110113	**ud Manómetro** Manómetro en baño de glicerina con una válvula bola de 1/2" y latiguillo, incluso montaje.	2,00	45,78	91,56
C110114	**ud Termómetro de esfera** Termometro de esfera, con su correspondiente caña.	3,00	33,67	101,01
C110115	**ud Válvula de esfera Ø3/4", aislada y forrada** Válvula de bola de latón de Ø1"mm de diámetro PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Aislada según RITE. Completamente instalada.	6,00	18,38	110,28
C110116	**ud Válvula de retención Ø3/4"** Válvula de retención Ø1" con rosca y cierre metálico. Totalmente instalada.	4,00	22,61	90,44
C110117	**ud Filtro de malla metálico Ø32, c/rosca, asilado y forrado** Filtro de malla metálico, aislado según RITE y tubería que intercepta. Totalmente instalado.	1,00	16,35	16,35
C110118	**ud Grifos de desagüe Ø3/4"** Grifo de desagüe conducido. Se incluye, embudo de desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe más próximo. Totalmente instalada.	2,00	11,27	22,54
C110119	**ud Purgador automático, 1 válvula** Purgador automático de aire con una válvula de bola de Ø3/4" situados en todos los puntos altos de la instalación y de los depósitos de ACS para la correcta evacuación del aire de la instalación. Incluida llave de corte. Totalmente instalado.	1,00	65,17	65,17
C110120	**ud Válvula de seguridad Ø1 1/4" 8 bar** Válvula de seguridad conducida de Ø1 1/4" presión de tarado 8 bar. Se incluye: embudo desagüe de descarga visible y su conducción hasta punto de desagüe. Totalmente instalada.	1,00	57,40	57,40

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
S110101	**ud Bomba de calor aire/agua para ACS**			
	Bomba de calor aire/agua para ACS. Marca Mitsubishi modelo ATW-ACS-DV300 o similar: Dimensiones:1860xD.650 Material del calentador: Acero inoxidable Aislamiento: Poliuretano de alta densidad 50mm. Tª.max. adm. 80ºC Presión máx. de operación: 7bar Potencia BC. 700W Energía térmica proporcionada: 1.800W SCOP dhw (EN16147) clima medio/calido/frio 3.09/3.69/2.63 Cantidad de agua útil a 40ºC: 315 litros Tiempo de calentamiento: 06:29 Longitud máxima del conducto: 46 m.			
		1,00	5.023,46	5.023,46
S110103	**ud Vaso de expansión para circuito ACS**			
	Suministro e instalación de vaso de expansión para circuito de ACS de la marca SEDICAL modelo Refix DD 12 o similar.			
		1,00	271,28	271,28
	TOTAL APARTADO 08.03.04 PRODUCCIÓN ACS.....			**7.003,17**
	APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS			
GRIF-LAV	**ud Mezclador temporizado para lavabo**			
	Suministro y colocación de grifo temporizado ecológico mezclador de 1/2" de diámetro, para instalación mural con cuerpo de latón cromado. Cierre automático a los 10 s. Con regulador de caudal de 6l/min. ahorro de agua 33%, modelo PRESTO ARTE CM, ref. 66900 de la empresa PRESTO IBERICA o similar, totalmente equipado, instalado y funcionando.			
		6,00	594,91	3.569,46
CER-LAV	**ud Lavabo de porcelana sobre encimera**			
	Lavabo de porcelana sobre encimera, de la marca VALLADARES, modelo RECIFE o similar. Incluye sifón cilíndrico cromado y válvula clic-clac. Suministro y montaje incluido			
		6,00	161,68	970,08
CER-INOD	**ud Inodoro suspendido con salida a pared (minusválidos)**			
	Inodoro suspendido con salida a pared, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar (minusválidos), inluye tapa, tanque empotrado y GEBERIT DUOFIX instalado. Suministro y montaje incluido.			
		1,00	785,44	785,44
CER-INOD 2	**ud Inodoro suspendido con salida a a pared**			
	Inodoro suspendido con tanque integrado, de la marca ROCA, modelo MERIDIAM o similar tank in tank, suspendido, incluye soporte en L para la instalación mural, tapa y asiento. Suministro y montaje incluido.			
		2,00	1.225,20	2.450,40
	TOTAL APARTADO 08.03.05 GRIFERÍAS Y PORCELANAS..			**7.775,38**
	APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS			
BSDGVBSB	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110, enterrada**			
	Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
		20,00	8,61	172,20
SDBN	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø125, enterrada**			
	Suministro y colocación de tubería enterrada. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
		8,00	17,95	143,60

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SBBN	**ud Acometida a Red Municipal**			
	Conexión de saneamiento desde red interior de saneamiento a la red general municipal, incluido pozo de bloqueo previo a la conexión de la red interior a la red general de saneamiento, ejecución de pozo, pagos a la compañía EMAYA, incluso proyecto y legalización de saneamiento. Según normas del ayuntamiento. Totalmente y funcionando.			
		1,00	1.780,80	1.780,80
HEHEE	**PA Bajada pluvial desde cubierta**			
	Suministro y colocación de bajante pluvial de PVC evacuación serie B de Ø110 mm, oculta en el interior del tabique, con salida desde el sumidero de cubierta y conexión al drenaje exterior situado a pie de fachada. Incluye codos, accesorios, fijaciones, tramo horizontal de enlace hasta la red existente, y todos los trabajos necesarios para su instalación completa, como perforaciones, sellados, pruebas de estanqueidad y limpieza final. Bajante ejecutada con una altura aproximada de 3,25 m y conexión exterior, completamente instalada, estanca y en servicio, conforme a CTE DB-HS 5.			
		1,00	424,00	424,00
	TOTAL APARTADO 08.03.06 REDES ENTERRADAS			**2.520,60**
	APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS			
LAVABO	**ud Conexionado de lavabo**			
	Instalación Suministro y montaje de válvula cromada y sifón sencillo curvo ø 40 mm. con tubo rebosadero y tapón para lavabo, y conexión a red de desagües. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, bote sifónico, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
		6,00	38,08	228,48
CONDENSADOS	**ud Desagüe condensados climatización**			
	Suministro y colocación de desagüe de condensados para máquinas de climatización, con tubo de PVC Ø32mm. Incluye ppde piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño materail auxiliar.			
		1,00	36,95	36,95
INODORO HAB	**ud Conexionado inodoro**			
	Conexionado de WC con tubo PVC ø 110 a colector general. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, collarin corta fuegos, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
		3,00	99,76	299,28
CURINARIO	**ud Conexionado urinario**			
	Suministro e instalación de sumidero de desagüe, con tubo de PVC Ø40mm. Incluye piezas de unión, fijación derivaciones con reducciones, bocas de registro y pequeño material auxiliar.			
		2,00	24,89	49,78
	TOTAL APARTADO 08.03.07 CONEXIONADOS APARATOS			**614,49**
	APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN			
EDE0503	**ud Extractor para aseos y vestuarios**			
	Suministro y montaje de extractores de Baño Serie SILENT. SILENT-100 CDZ (220-240V 50) RE o similar. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro con luz piloto, compuerta, temporizador 1-30min, detector de presencia y rodamiento a bolas, IP45, Clase II, con protector térmico, para trabajar a temperaturas de hasta 40ºC, de color WHITE para conectar a NT. Totalmente montado y funcionando.			
		4,00	231,12	924,48
COL110	**m Tubería evacuación UNE EN 1453 con junta pegada Ø110 colgada**			
	Suministro y colocación de tubería para colector horizontal, con abrazaderas isofónica, y collarines cortafuegos. Incluyendo parte proporcional de tubería, codos, tes, injertos, empalmes, pasamuros, mano de obra y material auxiliar para el montaje completo del material relacionado.			
		40,00	20,20	808,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GWGWEG	**ud Sombrerete de ventilación metálico 30x30 cm**			
	Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 30×30 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
		1,00	100,70	100,70
WSEGWRGERG	**ud Sombrerete de ventilación metálico 20×20 cm**			
	Suministro y colocación de sombrerete de ventilación metálico tipo lamas, de 20×20 cm, para instalación en cubierta, fabricado en acero galvanizado y lacado en color gris metalizado RAL 9006, con función de protección frente a entrada de agua y aves, permitiendo la correcta ventilación. Incluye elementos de fijación, sellado perimetral y remates necesarios para su correcta integración en la cubierta. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
		2,00	74,20	148,40
SDVSDV	**ud Salida conductos aire cubierta**			
	Suministro y colocación de salida de conductos de aire en cubierta, tipo cuello de cisne, fabricada en chapa de acero galvanizado, compuesta por tramo curvo de conducto circular y base de apoyo y sellado para su correcta integración en la cubierta. La pieza permite la evacuación o toma de aire evitando la entrada directa de agua de lluvia y agentes atmosféricos, garantizando la continuidad del sistema de ventilación. Incluye fabricación en taller, fijación mecánica a la cubierta, sellado perimetral estanco, remates necesarios y adaptación al diámetro del conducto existente. Totalmente instalada y en funcionamiento.			
		1,00	212,00	212,00
	TOTAL APARTADO 08.03.08 INSTALACIÓN VENTILACIÓN.			**2.193,58**
	APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones**			
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.			
		1,00	265,00	265,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**			
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.			
		1,00	530,00	530,00
	TOTAL APARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS			**795,00**
	APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CAFETERIA			
	SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES			
BAT CONT 1	**ud CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES POR UD. PARA EDIF**			
	Centralización de contador trifásico de 63A. Incluye protección contra sobretensiones transitorias, del tipo I según norma UNE -EN 61643-11. Completamente terminada, dispuesta para dar servicio y ejecutada según normas de la compañía suministradora.			
		1,00	154,07	154,07
1F5X25	**m Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex**			
	Linea 5x25 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR conductor 0.6/1kV Afumex			
		10,00	65,53	655,30
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.10.01 BATERIA DE			**809,37**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS DEPENDIENTES			
	ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS DEPENDIENTES			
C.GENERAL	**ud Cuadro Cafetería**			
	Armario modular para montaje en superficie provisto de puertas, ajustado a la norma UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP40 según UNE 20234 con regleta de tierra y perfilería DIN; alojando aparamenta presentando un PC de 16 kA. 1 Ud. Int. Aut. IV/50 curva C 1 Ud. interruptor automático diferencial 4/40A/300mA 1 Ud. Interruptor automático diferencial de 2/40A/300mA 2 Ud. interruptor automático diferencial 2/40A/30mA 1 Ud. Int. Aut.IV/40A curva C (Climatización) 1 Ud. Int. Aut. I+N/25A curva C (Cocina Horno) 6 Ud. Int. Aut. I+N/16A curva C (varios) 2 Ud. Int. Aut. I+N/10A curva C (Alumbrados) Contactores, minuteros, relojes y señalización, incluido Espacio de reserva mínimo del 20%. Se incluye el cableado con cable unipolar que cumpla la UNE 211002 con denominación ES07Z1-K(AS) de secciones adecuadas, pequeño material y accesorios. Conexionado y montaje	1,00	2.015,20	2.015,20
7F3X1.5	**m Línea 2x1.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**			
	Línea 2X1.5 mm +T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.	30,00	4,06	121,80
7F3X2.5	**m Linea 2x2.5 mm2+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750 Afumex**			
	Línea 2X2.5 mm+T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 750V.Afumex.	90,00	6,00	540,00
1H5X10	**m Línea 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor 0.6/1kV Afumex**			
	Línea de 4x10mm2+tt, bajo tubo H y conductor RZ1K(AS) Cu 0.6/1kV	15,00	32,16	482,40
1F3X6	**m Linea 2x6 mm2+tt,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1kV Afumex**			
	Línea 2X6 mm + T.tierra,bajo tubo 'CR' y conductor 0.6/1 KV.Afumex.	15,00	5,16	77,40
	TOTAL ELEMENTO EDE010301 CUADRO GENERAL Y LÍNEAS.....			**3.236,80**
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.10.02 CUADROS Y LÍNEAS ..			**3.236,80**
	SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR PUNTOS			
	ELEMENTO EDE01040302 ASEOS			
PL-1	**ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
	Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	3,00	44,11	132,33
PL-2	**ud Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos**			
	Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	3,00	58,98	176,94
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**			
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).	8,00	22,69	181,52
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**			
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		6,00	129,95	779,70
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**			
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	6,00	61,06	366,36
P.EXTR ASEO	**ud Punto para extractor en aseo**			
	Punto para extractor en aseo	3,00	43,42	130,26
PE-25A	**ud Punto de enchufe 25 A-II.**			
	Punto de enchufe 25 A-II, UNE 20315-94. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	3,00	134,32	402,96
PL	**ud Punto de luz**			
	Punto de luz, cable, tubo y pp de cajas y pequeño material.	2,00	32,76	65,52
	TOTAL ELEMENTO EDE01040302 ASEOS			**2.235,59**
	ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA			
PL-1	**ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
	Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	9,00	44,11	396,99
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**			
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	6,00	61,06	366,36
PREV-TL	**ud Previsión toma para teléfono (tubo+caja)**			
	Prevision toma para telefono (solo tubo+cajas).	2,00	19,69	39,38
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador,con cable y toma RJ-45**			
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.	2,00	85,01	170,02
	TOTAL ELEMENTO SFM01040303 CAFETERIA			**972,75**
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.10.03 DISTRIBUCIÓN POR ...			**3.208,34**
	SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS			
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**			
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	8,00	141,09	1.128,72
EDE010502	**ud Downlight empotrable**			
	Suministro e instalación de downlight empotrable redondo modelo KOMBIC 150 RD 2000 IP40 WW OPAL DA MA/WH de la marca LAMP o similar. Reflector fabricado en policarbonato mate y marco en acabado blanco y lamina óptica. Disipador de aluminio inyectado. Modelo para LED COB con temperatura de color blanco cálido y equipo electrónico incorporado. Con un grado de protección IP40. Clase de aislamiento II. Totalmente instalado y funcionando.	18,00	143,56	2.584,08
EDE010503	**ud Tira flexible LED**			
	Suministro e instalación de tira flexible, modelo fine led de la marca LAMP. Modelo para LED MID			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	POWER o similar, temperatura de color 3000K, CRI 80. Con un grado de protección IP20. Clase de aislamiento III. Horas de vida: 50.000 L70 B10. Se suministra en bobina de 5 metros y adhesivo 3M en la zona posterior. Estas tiras permiten el corte modular. Incluye disipador de alumnio y fuente de alimentación a tensión continua de 24 Vdc.			
		2,00	92,82	185,64
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.10.04 LUMINARIAS.....			**3.898,44**
	SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS			
EQUIPOTENCIAL	**ud Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias,** Conexiones de tierra 6 mm2 a tuberias, agua fria, caliente y duchas.			
		12,00	43,35	520,20
RED-T.TIERRA	**ud Red lineal de cable para toma tierra Cu 35mm2 desnudo** Red lineal cable para toma de tierra con conexión, a base de bornas inox. GDP-18 y cable CU 1x25 mm2.			
		40,00	55,55	2.222,00
TT-1	**ud Toma de tierra con pica,brida conexion cable y caja seccionadora** Toma de tierra con pica, brida conexión, cable y caja seccionadora. El electrodo deberá ser de grafito de alto rendimiento, de la marca INGESCO.			
		2,00	154,69	309,38
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.10.05 RED DE TIERRAS.....			**3.051,58**
	SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones** Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.			
		1,00	265,00	265,00
PRUEBAS	**ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha** Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.			
		1,00	530,00	530,00
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.09 DOCUMETACIONES Y			**795,00**
	TOTAL APARTADO 08.03.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....			**14.999,53**
	APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV TECNICOS			
	SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS TÉCNICOS			
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia** Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			
		1,00	129,95	129,95
PL-2	**ud Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos** Punto de luz de 1 encendida, 2 puntos. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		1,00	58,98	58,98
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A** Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.			
		2,00	61,06	122,12
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia** Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).			
		4,00	22,69	90,76
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	4,00	141,09	564,36
EDE010504	**ud Luminarias almacen**			
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.	2,00	90,27	180,54
PREV-TL	**ud Previsión toma para teléfono (tubo+caja)**			
	Previsión toma para teléfono (solo tubo+cajas).	1,00	19,69	19,69
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador, con cable y toma RJ-45**			
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.	1,00	85,01	85,01
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.11.01 SALA SERVICIOS.....			**1.251,41**
	SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN			
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**			
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.	1,00	129,95	129,95
PL-1	**ud Punto de luz de 1 encendida, 1 punto**			
	Punto de luz de 1 encendida, y 1 punto. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	1,00	44,11	44,11
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**			
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	2,00	61,06	122,12
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**			
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).	1,00	22,69	22,69
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**			
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	1,00	141,09	141,09
EDE010504	**ud Luminarias almacen**			
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.	1,00	90,27	90,27
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.11.02 ALMACÉN			**550,23**
	SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO			
PL-DET	**ud Punto de luz activado con detector de presencia**			
	Puntos de luz (2 uds) activados con detector de presencia 360º.			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		2,00	129,95	259,90
PL-3	**ud Punto de luz de 1 encendida, 3 puntos**			
	Punto de luz de 1 encendida,3 puntos. Marca y modelo a elegir según memória de calidades.	2,00	67,28	134,56
PL-EMERGENCIA	**ud Punto de luz para emergencia**			
	Punto de luz para emergencia, (sin enchufe).	6,00	22,69	136,14
EDE010501	**ud Bloque de emergencia 150 lum**			
	Suministro e instalación de bloque autónomo de emergencia, marca ZEMPER modelo XENA FLAT o similar, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, de 150 lúm. con lámpara de emergencia 8W G5. Accesorio de empotrar/enrasar con acabado blanco. Indicador de carga y funcionamiento mediante led verde. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado. Totalmente montado y funcionando.	6,00	141,09	846,54
EDE010504	**ud Luminarias almacen**			
	Suministro e instalación de pantalla estanca con dos tubos LED 40 W120cm IP65 conexión en un lateral.	6,00	90,27	541,62
PE-16A	**ud Punto de enchufe de 16 A**			
	Punto de enchufe de 16 A. Marca y modelo a elegir según memoria de calidades.	9,00	61,06	549,54
PMOTORVENT	**ud Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas**			
	Punto de alimentación para motor de persianas/cortinas	5,00	51,04	255,20
PREV-TL	**ud Previsión toma para teléfono (tubo+caja)**			
	Previsión toma para teléfono (solo tubo+cajas).	14,00	19,69	275,66
P-ORDENADOR	**ud Punto para ordenador, con cable y toma RJ-45**			
	Punto para ordenador, con cable y toma RJ 45 300 MHZ CLASE-5.	14,00	85,01	1.190,14
TOTAL SUBAPARTADO 08.03.11.03 CONTROL DE ACCESO				**4.189,30**
TOTAL APARTADO 08.03.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERV				**5.990,94**
	APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN TELECOMUNICACIONES			
	SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN			
TEL. 02.05	**ud Registro principal (Coaxial)**			
	Registro Principal en RITI (Coaxial): Registro de 50x70x30cm de acorde a la norma UNE20541 o UNE EN 50298. Correctamente colocado según plano. Todo según el pliego de condiciones.	1,00	63,60	63,60
TOTAL SUBAPARTADO 08.03.12.01 CANALIZACIÓN COMÚN				**63,60**
	SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO			
TEL. 04.03	**m Cableado distribución multipar**			
	Cableado distribución multipar 25 pares.	40,00	3,60	144,00
TEL. 04.07	**m Cableado Distribución fibra óptica**			
	Cableado distribución Fibra óptica 24 (12 pares) fibras Monomodo tipo G.657. Con 3 micromódulos			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	de 4 pares cada uno.	40,00	5,30	212,00
TEL. 04.11	**m Cableado de datos de usuario**			
	Cableado de usuario, UTP CAT6E.	40,00	1,06	42,40
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.12.02 CABLEADO.....			**398,40**
	SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y EQUIPOS DE USUARIO			
TEL. 06.03	**u P.A.U UTP (6 salidas)**			
	P.A.U. UTP (6 salidas). Roseta Hembra RJ45 CAT6E. Correctamente conectada al cable de dispersión. Y Multiplexor pasivo de 1 entrada y 6 salidas de 8 vías correctamente conectadas al cableado interior.	2,00	23,32	46,64
TEL. 06.05	**U P.A.U Fibra óptica**			
	P.A.U. (punto acceso usuario) Fibra óptica. Roseta dúplex de terminación de red ,correctamente conectada y fusionada al cable de dispersión.	1,00	26,50	26,50
TEL. 06.07	**u Toma RJ45**			
	Toma RJ45 CAT6E, 8 vías correctamente conectada y comprobada. Con tapa misma serie mecanismos eléctricos.	8,00	12,72	101,76
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.12.03 COMPONENTES Y.....			**174,90**
	SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE ESTACIÓN			
P.A.01	**ud Video portero automático para entrada general**			
	Video-Portero eléctrico, con comunicación entre el acceso al edificio y conserjería, empleando: - Placa exterior de portero automático de 1 llamada. - 1 placas exterior de portero, realizada en aluminio anodizado. - 1 telefonillos murales de portero. - 1 partida de líneas de audio, para el total de la instalación, bajo tubo de PVC, así como el cableado y conexionado. - Alimentadores, abrepuertas con retenedor y conmutaciones necesarias para el corresto funcionamiento del sistema de portero eléctrico. - Material complementario, piezas especiales, cajas de registro y derivación, lámpara de pulsador, conexiones, medios auxiliares, pequeño material y todos los elementos necesarios para su completa instalación y funcionamiento, líneas de alimentación y conexión eléctrica, según planos y documentación de proyecto, todas las unidades completamente instaladas, probadas y en funcionamiento. Medida la unidad completa por udidad de Vivienda. Instalado según normativa vigente.	1,00	1.368,94	1.368,94
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.12.04 ENTRADA Y SALIDA DE.....			**1.368,94**
	SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y PRUEBAS CFO			
DOC Y TRAM	**ud Documentaciones y tramitaciones**			
	Redacción de planos AS BUILT y documentación necesaria para la tramitación, incluyendo la tramitación de la documentación en la Dirección General de Industria, incluido tasas, y entrega de copia de planos en papel y en formato digital (dwg.) incluye los medios auxiliares necesarios.	1,00	265,00	265,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PRUEBAS	ud Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha			
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, incluyendo los medios auxiliares, medios de seguridad y protección necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	1,00	530,00	530,00
	TOTAL SUBAPARTADO 08.03.12.05 DOCUMETACIONES Y			**795,00**
	TOTAL APARTADO 08.03.12 INSTALACIÓN			**2.800,84**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 08.03 INSTALACIONES EDIFICIOS..			**46.368,00**
	SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS			
08.04.01	m² Pavimento de piezas de terrazo color gris			
	Pavimento interior de piezas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), uso intensivo según UNE-EN 13748-1, de 60x60 cm, color gris y en posesión de certificados de ensayos, con un pulido inicial en fábrica, para pulir y abrillantar en obra. COLOCACIÓN: en capa gruesa, a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-7,5, de 3 cm de espesor. Rejuntado con mortero de cemento blanco coloreado en juntas de 1 a 1,5 mm de espesor.	145,00	46,85	6.793,25
08.04.02	m² Microcemento en paramento vertical			
	Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada EI1 30-C5, de una hoja lisa de 203×82,5×4,5 cm, construida con alma de tablero aglomerado ignífugo, recubierta en ambas caras con laminado de alta presión (HPL), formado por capas de papel kraft impregnadas en resinas fenólicas, y con cantos de placa compacta HPL del mismo acabado.El conjunto incluye bastidor y cerco de madera maciza, montado sobre precerco de pino país de 90×35 mm, y tapajuntas de madera o MDF revestidos en HPL en ambas caras. Dotada de pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, juntas intumescentes perimetrales certificadas, y cierrapuertas aéreo homologado conforme a UNE-EN 1154, garantizando el cierre automático de la hoja. La instalación comprende replanteo, calzado y fijación de la puerta al premarco mediante tornillos galvanizados y espuma de poliuretano, ajuste de herrajes y comprobación final de funcionamiento y cierre estanco. La puerta cumple con las exigencias de resistencia al fuego EI1 30, clasificación de uso C5 (alta frecuencia de maniobras), y con las normas UNE-EN 1634-1 (ensayo de resistencia al fuego) y UNE-EN 14600 (comportamiento frente al fuego y humo). Acabado: laminado HPL color a definir por la Dirección Facultativa (habitualmente blanco o gris claro). Uso previsto: puertas interiores de baños y zonas de servicio.	53,04	81,84	4.340,79
08.04.03	m² Tabiquería interior de placas de yeso laminado			
	Tabique sencillo (15+48+15)/400 (48) (2 hidrofugado), con placas de yeso laminado, de 78 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), formado por una estructura simple de perfiles de chapa de acero galvanizado de 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan dos placas en total (una placa tipo hidrofugado en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico y pasta y cinta para el tratamiento de juntas.	60,06	43,33	2.602,40
08.04.04	ud Puerta exterior abatible lacada en blanco			
	Suministro y colocación de puerta exterior abatible ciega de una hoja, dimensiones 203×82,5×3,5 cm, construida con tablero de MDF hidrófugo de alta densidad, con bastidor interior perimetral de madera maciza tratada y acabado prelacado en color blanco.Hoja lisa con moldura recta, apta para exposición exterior bajo marquesina o zona protegida. Incluye precerco de madera de pino tratado de 90×35 mm, galces de MDF hidrófugo de 90×20 mm, y tapajuntas de MDF de 70×10 mm en ambas caras, todo en acabado lacado blanco a juego con la hoja. Herrajes compuestos por bisagras de acero inoxidable AISI 304, cerradura de seguridad con falleba o picaporte doble acción, manilla so-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	bre escudo largo acabado negro satinado, y burletes de estanqueidad en todo el perímetro. La instalación comprende replanteo, fijación del premarco a obra, montaje y ajuste de hoja y herrajes, sellado perimetral con silicona neutra blanca y comprobación final de funcionamiento, cierre y alineación.Puerta totalmente montada y probada, apta para uso exterior cubierto, cumpliendo con las exigencias de durabilidad, aislamiento y seguridad de uso del CTE DB-SU y DB-SI.	4,00	559,37	2.237,48
08.04.05	**ud Puerta madera hoja lisa laminada HPL** Suministro y colocación de puerta cortafuegos homologada, de madera, EI1 30-C5, de una hoja, lisa, de 203x82,5x4,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas ignífugo, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera maciza y cerco de madera maciza, sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso tapajuntas en ambas caras, pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar, juntas intumescentes, cierrapuertas aéreo, dispositivos de seguridad; alojamiento, calzado y fijación de la puerta al premarco con tornillos de acero galvanizado y espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre precerco y la puerta. Totalmente montado y probado.	2,00	625,38	1.250,76
08.04.06	**PA Torno de control de accesos bidireccional** Suministro y monetaje de torno motorizado de un solo acceso bidireccional, diseñado para ofrecer flujo eficiente y seguro de personas, incluyendo usuarios con movilidad reducida, gracias a su ancho de paso de 900 mm. Su motor ECO garantiza una larga vida útil con hasta 3.000.000 de ciclos, asegurando máxima durabilidad en entornos de alto tránsito como oficinas, edificios públicos, centros educativos o instalaciones corporativas. Dispone de barrera acrílica de apertura automática en el sentido de la marcha, que asegura una circulación fluida. Incorpora modo de emergencia, permitiendo la apertura inmediata en caso de señal de incendio o corte de corriente. Su indicador LED de estado facilita la orientación al usuario y mejora la usabilidad. La placa principal de configuración con display permite ajustar parámetros clave como tiempos de apertura, contador o entradas de relé. Fabricado en acero inoxidable SUS304 y barrera acrílica, ofrece un diseño ergonómico, robusto y elegante, compatible con sistemas de control de acceso de terceros Plug & Play. Además, incluye tapas universales para lectores de tarjetas, lo que lo convierte en una solución flexible y segura. Es decir, este torno, sirve para uso de paso libre, o lo que es más habitual, requiere de un control/lector de acceso ya sea por tarjeta, llavero o de la forma preferida, para restringir los accesos Incluye control de acceso autónomo, totalmente instalado y probado.	3,00	5.194,00	15.582,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 08.04 VARIOS			**32.806,68**
	TOTAL CAPÍTULO 08 EDIFICIOS			**246.192,56**
	CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN			
09.01	**m³ Hormigón armado HA-30** Suministro y puesta en obra de hormigón estructural HA-30/B/20/XC2, fabricado en central y conforme al Código Estructural y la norma UNE-EN 206:2014+A2:2021, para la ejecución de cimentación. Incluye el vertido directo o mediante grúa autopropulsada, vibrado mecánico, nivelado, curado y compactación, así como el encofrado parcial necesario para contención del hormigón, el replanteo, limpieza del lecho de asiento y desencofrado. Comprende todos los medios auxiliares, control de recepción, ensayos de resistencia y seguridad exigidos por normativa. El hormigón quedará perfectamente colocado, nivelado y terminado, con una resistencia característica fck = 30 MPa, árido máximo 20 mm, consistencia plástica (S3) y clase de exposición XC2, garantizando la durabilidad estructural frente a ambientes húmedos.	79,86	233,50	18.647,31
09.02	**m³ Hormigón de limpieza** Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	9,00	131,58	1.184,22
09.03	**kg Acero corrugado B500S/SD en barra** Acero corrugado B 500 SD, conforme a la norma UNE-EN 10080, suministrado en barras y coloca-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	do en obra. Incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de los elementos), su colocación y montaje completo, así como la parte proporcional de despuntes y alambre de atado. Material con marcado CE, de acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011, y conforme a lo establecido en el Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, y en el CTE DB-SE.			
		5.590,20	2,34	13.081,07
09.04	**kg Pernos de anclaje andén**			
	Pernos compuestos barras de acero corrugado B500SD, colocados cada metro en andén, según planos. Incluye taladros para su colocación, tareas de corte y doblado, anclaje mediante resina de adherencia y cualquier otra tarea necesaria para su correcta ejecución. Incluso pp. medios auxiliares, medidas medioambientales y control de calidad.			
		676,40	13,14	8.887,90
09.05	**ud Reparación andén existente**			
	Reparación integral de andenes actuales, según el Estudio de Propuesta de Actuaciones de Reparación de Andenes redactado incluyendo la totalidad de las actuaciones definidas en el Anejo 6 – Anexo VIII del Proyecto Constructivo. Los trabajos incluidos en esta partida comprenden todas las unidades necesarias para la rehabilitación estructural y de durabilidad de los andenes, y en particular: - Limpieza intensa y preparación de superficies de hormigón. - Reparaciones superficiales de hormigón, saneo y restitución de recubrimientos. - Pasivación de armaduras según prescripciones del PPTP. - Protección e impermeabilización integral mediante morteros cementosos elásticos. - Sustitución del sellado de juntas de dilatación. - Inyección de fisuras con resina epoxi (>0,2 mm) y sellado elastomérico (<2 mm). - Restauración de volúmenes perdidos con mortero tixotrópico. - Ejecución de taladros en hormigón armado y ventilación interior mediante rejillas 200×200 mm. Todas las operaciones auxiliares necesarias para su correcta ejecución: preparación de superficies, limpieza, accesos, medios auxiliares, y seguridad y salud.			
		1,00	74.251,84	74.251,84
	TOTAL CAPÍTULO 09 AMPLIACIÓN ANDÉN			**116.052,34**
	CAPÍTULO 10 JARDINERÍA			
RETARB	**ud Retirada de árboles**			
	Retirada de árboles mediante medios manuales y/o mecánicos. Se incluyen todos los trabajos necesarios para ello. Incluso p.p. de tala de ramas y tronco, destoconado con posterior relleno del hueco de la cepa con tierra, adecuación del material para su entrega a gestor (limpieza de raíces, corte de ramas y tronco, etc.) recogida y carga sobre camión o contenedor de la broza generada, transporte y entrega a gestor autorizado. Incluye cualquier canon			
		8,00	171,54	1.372,32
UJA050	**m² Aporte de tierra vegetal y extendido**			
	Aporte y extendido de tierra vegetal cribada, suministrada a granel desde planta autorizada, con contenido en materia orgánica =3 % y granulometría adecuada para usos de jardinería y revegetación. La tierra se extenderá con medios mecánicos en capas de espesor uniforme de 80 cm, evitando compactaciones excesivas y daños a las plantas o instalaciones existentes. Incluye el perfilado y nivelación final del terreno, protección y señalización del área de trabajo, así como las operaciones de ajuste manual y limpieza necesarias para dejar la superficie en condiciones de plantación o siembra. Comprende el suministro, transporte, descarga, extendido y nivelado, así como los medios auxiliares y medidas de seguridad y salud necesarias para la correcta ejecución.			
		280,00	20,63	5.776,40
PLTRECT15010	**m Pletina rectangular de acero 120x10mm para alcorque y jardineras**			
	Sumnistro y colocación de pletina rectangular de acero corten de 12 cm de profundidad y 1 cm de espesor en formación de alcorque de diversas medidas y formas en planta, soldada en taller o en obra, con canto superior romo, juntas de dilatación entre chapas, pletinas de apoyo de 5x15x1cm so-			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	bre la solera de hormigón y sellado de juntas con el pavimento de adoquín con sikaflex 11FC. Completamente instalada. Incluye material auxiliar y anclajes. Según detalles de planos.	114,48	45,36	5.192,81
UJP010pCA	**ud Suministro y Plantación de árbol tipo Melia azedarach** Suministro y plantación de árbol ornamental Melia azedarach (Melia), con perímetro de tronco comprendido entre 14 y 16 cm a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado y en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor. La plantación se realizará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal cribada y substratos vegetales fertilizados (mezcla de materia orgánica y sustrato universal) para garantizar el arraigo. Incluye formación de alcorque perimetral, colocación de tutor individual de madera tratada o metálico galvanizado, amarre con cinta flexible, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende el replanteo de la alineación de plantación, el suministro de materiales, transporte, herramientas, medios auxiliares, seguridad y todos los trabajos necesarios para dejar el árbol correctamente plantado, alineado y enraizado, conforme a las buenas prácticas de jardinería y a la Norma UNE 170001-1.	15,00	72,18	1.082,70
UJP010pCAASC	**ud Suministro y Plantación de árbol tipo Tilo** Suministro y plantación de árbol de sombra Tilo (Tilia hybrida argentea) de 20–25 cm de perímetro de tronco medido a 1 m del suelo, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar y tutor de guía si procede. nLa plantación se ejecutará en hoyo de 60×60×60 cm abierto mediante medios mecánicos, con aporte de tierra vegetal seleccionada y cribada, mezcla de sustratos orgánicos fertilizados, y formación de alcorque perimetral para recogida de riego. Incluye colocación de tutor de madera tratada o metálico galvanizado, amarre flexible no dañino, primer riego de asiento, nivelación del terreno, y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos y materiales necesarios: replanteo, excavación, plantación, relleno, compactado, aporte de sustratos, tutorado, riego y limpieza, así como medios auxiliares y medidas de seguridad, conforme a la Norma UNE 170001-1.	27,00	147,51	3.982,77
UJP010pCASDV	**ud Suministro y Plantación de arbusto madroño** Suministro y plantación de arbusto perenne tipo Madroño, de 80 cm de altura media, procedente de vivero autorizado, en perfecto estado vegetativo, con cepellón o contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm excavado mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato vegetal fertilizado, garantizando el correcto drenaje y la aireación del suelo. Incluye formación de alcorque, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los trabajos necesarios: replanteo, excavación, relleno, compactado, aporte de sustratos, riego y limpieza, así como medios auxiliares, mano de obra especializada y medidas de seguridad, ejecutado conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.	82,00	82,84	6.792,88
DFNFGNFGN	**ud Suministro y Plantación de ciprés** Suministro y plantación de ciprés común (Cupressus sempervirens) para formación de seto perimetral, de 1,75 m de altura, en perfecto estado vegetativo, suministrado en contenedor estándar. La plantación se realizará en hoyo de 40×40×40 cm, abierto mediante medios manuales o mecánicos ligeros, con aporte de tierra vegetal cribada y sustrato orgánico fertilizado, asegurando el correcto enraizamiento y drenaje. Incluye alineación y replanteo de la línea de plantación, primer riego de asiento, nivelación del terreno y limpieza final del entorno. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, mano de obra y medidas de seguridad necesarias, dejando los ejemplares correctamente plantados, alineados y en condiciones de crecimiento óptimo, conforme a la Norma UNE 170001-1 de jardinería.	386,00	15,50	5.983,00
	TOTAL CAPÍTULO 10 JARDINERÍA			**30.182,88**
	CAPÍTULO 11 VARIOS			
	SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN			
	APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
PABND	**m** **Pintura acrílica en banda de hasta 30 cm en eje**			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Pintura acrílica especial ciudad, en banda de hasta 30 cms de ancho, en eje, de forma continua o discontinua, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempor de espera de secado.	2.123,00	6,51	13.820,73
PATRANS	**m² Pintura acrílica en marcas transversales**			
	Pintura acrílica especial ciudad, marcas transversales en isletas, pasos de peatones, lineas de parada, dados de 30x50 cms, no reflexiva de color blanco (u otro color). Realmente pintado, incluido balizamiento y tiempo de espera de secado.	94,00	22,60	2.124,40
SDVSDVS	**ud Señalización y pintado de plazas de aparcamiento especiales (PMR**			
	Ejecución de señalización horizontal y pintado de plazas de aparcamiento especiales, sobre pavimento de hormigón o asfalto, mediante la aplicación de pintura epoxi o acrílica de tráfico de alta resistencia, color azul RAL 5015/5017 para PMR o verde RAL 6018/6024 para vehículo eléctrico, según el uso indicado en planos. Incluye la limpieza y barrido del pavimento, aplicación de imprimación selladora epoxi para favorecer la adherencia, y dos manos de pintura de acabado aplicada mediante rodillo o pistola, con líneas perimetrales blancas de 10 cm y pictogramas o símbolos identificativos (silla de ruedas para PMR o símbolo de recarga “EV/rayo/enchufe” para vehículo eléctrico) en color blanco. Comprende todos los materiales, herramientas, medios auxiliares, protecciones, señalización temporal y limpieza final, dejando las plazas correctamente delimitadas, visibles, antideslizantes y en servicio.	192,50	15,15	2.916,38
TOTAL APARTADO 11.01.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				**18.861,51**
	APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL			
SCUG	**ud Señal rectangular con texto**			
	Suministro y colocación de señal vertical rectangular informativa o direccional, de dimensiones según planos, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Superficie con texto, flechas o pictogramas serigrafiados en vinilo negro o azul/blanco según la tipología, fondo en color conforme al Manual de Señalización de la DGT o normativa específica (azul para información, blanco para servicios, amarillo para obras o estación ferroviaria). Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, empotrado y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m o fijado mediante anclaje mecánico. Incluye cartelería, soportes, tornillería inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares, y medidas de seguridad y limpieza final. Se dejará completamente instalada, vertical, alineada y lista para servicio, cumpliendo lo dispuesto en las normas UNE 135340, UNE 135314 y el Manual de Señalización Vertical.	8,00	539,26	4.314,08
SC90	**ud Señal circular/octogonal de 60 cm de diámetro**			
	Suministro y colocación de señal vertical circular u octogonal de 60 cm de diámetro, fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con laminado retrorreflectante tipo clase 2 (microprismático de alta intensidad) conforme a la norma UNE 135340. Montada sobre poste tubular de aluminio Ø60×4,5 mm y 4,00 m de altura total, fijado al terreno mediante empotramiento y hormigonado en zapata de hormigón HM-20 (0,40×0,40×0,60 m) o mediante tornillería de anclaje, según el tipo de base. Incluye: cartel, soporte, anclajes, tornillería de acero inoxidable, nivelación, alineación, mano de obra, transporte, medios auxiliares y seguridad. Se dejará completamente instalada, alineada, vertical y en servicio, cumpliendo el Manual de Señalización Vertical y la normativa UNE 135340/135314.	9,00	491,71	4.425,39

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SCU90	**ud Señal indicativa de estación ferroviaria tipo "PETRA"**			
	Suministro y colocación de señal direccional indicativa de estación ferroviaria de Petra, fondo amarillo reflectante clase 2 (microprismático) con texto en negro y pictograma de tren, según UNE 135340 y Manual de Señalización. Fabricada en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, plegada en los bordes y con laminado reflectante de alta intensidad. Montada sobre poste tubular galvanizado Ø80 mm, anclado a zapata de hormigón en masa HM-20 de 0,40×0,40×0,60 m con pernos de anclaje. Incluye herrajes, abrazaderas, tornillería, nivelación y replanteo. Color base RAL 1023 (amarillo tráfico), rotulación en vinilo negro de alta durabilidad, resistente a radiación UV. Totalmente instalada y alineada, lista para su uso, cumpliendo las normas de señalización y visibilidad diurna/nocturna.			
		1,00	569,15	569,15
	TOTAL APARTADO 11.01.02 SEÑALIZACION VERTICAL.....			**9.308,62**
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.01 SEÑALIZACIÓN			**28.170,13**
	SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES			
11.02.01	**ud Banco tipo Malaga WPC o similar sin respaldo**			
	Suministro e instalación de banco modular modelo Málaga WPC, de Cervic o similar, Incluye suministro, transporte, colocación sobre base nivelada de mortero o solera de hormigón HM-20, alineación, sellado perimetral y limpieza final, quedando el banco perfectamente instalado en andén y estable. Medición por unidad completamente terminada y enrasada con el pavimento del andén.			
		12,00	1.304,00	15.648,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.02 BANCO ANDENES			**15.648,00**
	SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS			
11.03.01	**ud Papelera tipo Cerdanyola o similar**			
	Suministro y colocación de papelera urbana tipo "Cerdanyola" o similar, de chapa perforada galvanizada y pintada al horno, con soporte de tubo de acero galvanizado, anclado firmemente al pavimento mediante empotramiento o tornillería de acero inoxidable. Dimensiones aproximadas: 425×385×1032 mm y capacidad 60 litros. Incluye todos los accesorios de fijación, anclajes, tornillería, nivelación, alineación, limpieza final y comprobación de estabilidad, así como el suministro de todos los materiales y medios auxiliares necesarios. Papelera totalmente instalada y en servicio.			
		12,00	178,16	2.137,92
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.03 PAPELERAS			**2.137,92**
	SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO			
11.04.01	**m Vallado cerramiento andén**			
	Suministro y montaje de verja ULTRA de Rivisa o similar, de 2,00 m de altura, formada por bastidores electrosoldados con perfiles horizontales 40x40 mm y barrotes verticales 25x25 mm, conforme a la configuración estándar del fabricante. Postes metálicos cuadrados 60x60 mm, anclados al andén mediante placas base y anclajes químicos M16, perfectamente aplomados y alineados. La unión poste–bastidor se realizará mediante los casquillos o accesorios específicos del sistema ULTRA, garantizando un montaje rápido, sin soldaduras, y equipado con tornillería de seguridad indesmontable. Protección anticorrosiva mediante el sistema Protecline® del fabricante (galvanizado en caliente + plastificado), con acabado en color blanco RAL 9016. La partida incluye: replanteo, mecanización previa en taller, montaje, anclajes, accesorios específicos, protección de superficies adyacentes y verja completamente instalada y en servicio.			
		225,00	229,80	51.705,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
11.04.02	**m Vallado perimetral**			
	Suministro y colocación de vallado perimetral formado por malla de simple torsión galvanizada y plastificada en color verde RAL 6015, con paso de malla de 40 mm y alambre de 2,7/3 mm de diámetro, fijada a postes metálicos de acero galvanizado de Ø48 mm y 2,40 m de altura, dispuestos cada 2,5 m aproximadamente, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 30×30×40 cm. Incluye la colocación de tensores, alambres superior, intermedio e inferior, grapas y accesorios de fijación, así como la alineación, nivelación y tesado de la malla. Comprende todos los materiales, herrajes, medios auxiliares, replanteo, excavación de dados, hormigonado, relleno, compactación y limpieza final, dejando el cerramiento completamente instalado, tensado y en servicio.	502,00	39,53	19.844,06
11.04.03	**ud Puerta cancela**			
	Suministro y colocación de puerta cancela metálica de una hoja, de 7,00 m de longitud y 2,00 m de altura, formada por bastidor de perfiles tubulares de acero galvanizado, con relleno de mallazo electrosoldado galvanizado de cuadrícula 100×50 mm y alambre Ø4 mm, y acabado plastificado color verde RAL 6015, igual al vallado perimetral. La cancela incluye poste de bisagra y poste de cerrojo de tubo de acero galvanizado de 80 mm de diámetro y 3 mm de espesor, empotrados en dados de hormigón HM-20 de 40×40×50 cm, con tiranta de refuerzo de 3 m de altura según longitud de hoja. Incluye bisagras reforzadas, cerradura de seguridad con falleba o pestillo, topes de apertura, accesorios de fijación, herrajes galvanizados, y pintura plástica protectora del mismo tono que el cerramiento.Comprende todos los materiales, herrajes, anclajes, excavación y hormigonado de dados, replanteo, medios auxiliares, mano de obra, limpieza final y pruebas de funcionamiento, dejando la cancela perfectamente instalada, alineada y en servicio.	2,00	1.344,45	2.688,90
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.04 VALLADO.....			**74.237,96**
	SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO EXISTENTE			
WEGW	**m Limpieza y acondicionamiento vallado vías**			
	Limpieza y acondicionamiento superficial de vallado hacia la vías existente con murete de hormigón y vallado metálico, afectado por suciedad, eflorescencias y depósitos superficiales. Los trabajos incluyen lavado a presión con agua limpia (mín. 120 bar) para eliminar polvo, restos biológicos, manchas, carbonatación superficial y residuos adheridos; cepillado manual o mecánico en zonas localizadas; aplicación puntual de limpiador neutro o decapante suave donde sea necesario para recuperar la uniformidad del paramento; limpieza perimetral de juntas y coronación, y retirada de restos y residuos a gestor autorizado. Comprende todos los medios auxiliares, herramientas, productos de limpieza para dejar el murete en buen estado estético y sin residuos visibles, sin alterar su integridad estructural ni la del vallado superior.	95,00	15,90	1.510,50
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.05 ACONDICIONAMIENTO VALLADO.....			**1.510,50**
	SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO ANDÉN			
11.06.01	**m² Pintura antihumedad en murete de andén, color blanco**			
	Aplicación de pintura plástica antihumedad de alta resistencia, transpirable y lavable, color blanco, sobre paramento de hormigón en el murete del andén. El trabajo incluye la limpieza previa de la superficie, eliminación de polvo, eflorescencias, aplicación de una capa de imprimación selladora acrílica para favorecer la adherencia y dos manos de pintura plástica antihumedad al silicato o acrílica reforzada, aplicada mediante rodillo o pistola en capas uniformes. Comprende protección de elementos adyacentes, andamiaje o medios auxiliares, herramientas, mano de obra cualificada y limpieza final. Acabado final continuo, uniforme y sin brillos, cumpliendo las especificaciones del fabricante y las exigencias del CTE DB-HS1 (protección frente a la humedad).	306,00	15,65	4.788,90
	TOTAL SUBCAPÍTULO 11.06 ACONDICIONAMIENTO MURO			

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	4.788,90			
	TOTAL CAPÍTULO 11 VARIOS			**126.493,41**
	CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS			
12.01	**Ud Partida de gestión de residuos**			
	Partida de gestión de residuos de acuerdo a lo expuesto en el correspondiente anejo.	1,00	94.250,54	94.250,54
	TOTAL CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS			**94.250,54**
	CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD			
13.01	**ud Partida de Seguridad y Salud**			
	Medidas de Seguridad y Salud durante la obra, detalladas según mediciones y precios descritos en el Anejo correspondiente del proyecto, para cumplimiento del RD 1627/1997 relativo a las medidas de protección individual, colectivas, de extinción de incendios, eléctricas, instalaciones de higiene y bienestar, medicina preventiva y primeros auxilios y formación y reunión de obligado cumplimiento.	1,00	106.626,46	106.626,46
	TOTAL CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD			**106.626,46**
	TOTAL PRESUPUESTO			**3.078.115,96**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

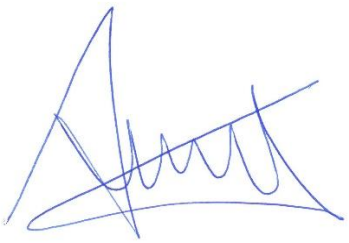
CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	TRABAJOS PREVIOS	21.717,50	0,71
02	DEMOLICIONES	53.091,57	1,72
03	MOVIMIENTO DE TIERRA	69.140,72	2,25
04	PAVIMENTACIÓN	670.856,53	21,79
05	INSTALACIONES	624.221,84	20,28
06	MARQUESINAS	469.165,51	15,24
07	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	450.124,10	14,62
08	EDIFICIOS	246.192,56	8,00
09	AMPLIACIÓN ANDÉN	116.052,34	3,77
10	JARDINERÍA	30.182,88	0,98
11	VARIOS	126.493,41	4,11
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	94.250,54	3,06
13	SEGURIDAD Y SALUD	106.626,46	3,46

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**3.078.115,96**
13,00 % Gastos generales	400.155,07	
6,00 % Beneficio industrial	184.686,96	
SUMA DE G.G. y B.I.		584.842,03
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		**3.662.957,99**
21,00 % I.V.A.		769.221,18
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA		**4.432.179,17**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS MIL CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

Málaga, diciembre de 2025.

AUTORES DE PROYECTO



Antonio Martínez Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 34.513

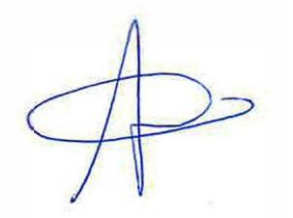


Almudena Pérez Benítez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 20.389

DIRECTORES DE PROYECTO



Pau Cavaller Ferrer
Ing. Caminos, canales y puertos
Colegiado nº 20.063



M. Apolonia Fuster Salvá
Ingeniera Industrial
Colegiada nº549

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%