

**UNIVERSITAT
JAUME·I**

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA NAVE
INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL
ALMACENAMIENTO DE MOTOCICLETAS Y
PIEZAS DE REPUESTO

Autor: Francisco Trescolí Lozano

Tutor: David Hernandez Figueirido

Noviembre de 2017

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA	8
1. Objeto y alcance del proyecto	9
2. Antecedentes	10
3. Motivación y justificación	10
4. Situación y emplazamiento.....	10
5. Normativa	12
6. Programas de cálculo utilizados	12
7. Requisitos de diseño	12
7.1. Distribución en planta	13
8. Descripción de la solución adoptada.....	14
8.1. Actuaciones previas	15
8.2. Cimentación	15
8.2.1. Hormigón de limpieza	16
8.2.2. Zapatas aisladas	16
8.2.3. Vigas de atado	25
8.3. Estructura metálica	26
8.3.1. Placas de anclaje.....	26
8.3.2. Pórtico de fachada	28
8.3.3. Pórtico interior.....	29
8.3.4. Sistema contraviento	30
8.4. Cerramiento	31
8.4.1. Correas	31
8.4.2. Cubierta	31
8.5. Solera.....	32
9. Bibliografía.....	33
ANEXO I: CÁLCULOS	34
1. Acciones sobre la edificación.....	35
1.1. Acciones permanentes	36
1.1.1. Peso propio	36
1.1.2. Pretensado.....	36
1.2. Acciones variables.....	36
1.2.1. Sobrecarga de uso.....	36
1.2.2. Viento	37
1.2.3. Acciones térmicas	40
1.2.4. Nieve.....	40
1.3. Acciones accidentales.....	42

1.3.1.	Sismo	42
1.3.2.	Incendio.....	42
1.3.3.	Impacto de vehículos	43
1.4.	Puente grúa.....	44
2.	Generador de pórticos	47
3.	Cype 3D.....	49
3.1.	Introducción de barras.....	49
3.1.1.	Pórtico interior.....	50
3.1.2.	Pórtico de fachada	50
3.1.3.	Sistema contra viento	51
3.2.	Pandeo	53
3.2.1.	Pórtico de fachada	53
3.2.2.	Pórtico interior.....	55
3.2.3.	Viga contraviento	56
3.2.4.	Fachada lateral.....	56
3.3.	Pandeo lateral	57
3.4.	Flechas y deformaciones.	57
3.5.	Modelo de cargas	57
3.6.	Uniones	59
3.7.	Cimentación	60
3.7.1.	Zapatas	60
3.7.2.	Vigas de atado	61
4.	Bases de cálculo	36
4.1.	Normas consideradas	62
4.2.	Estados límite.....	62
4.2.1.	Situaciones de proyecto	62
5.	Resultados.....	65
5.1.	Pórtico interior.....	65
5.2.	Pórtico de fachada.....	101
5.3.	Sistema de arriostamiento	182
5.3.1.	Viga contraviento.....	182
5.3.2.	Cruz de San Andrés	201
5.4.	Uniones	215
5.4.1.	Especificaciones	215
5.4.2.	Referencias y simbología.....	217
5.4.3.	Comprobaciones en placas de anclaje	218
5.4.4.	Memoria de cálculo	219
5.4.5.	Medición.....	233

5.5.	Cimentación	234
5.5.1.	Elementos de cimentación aislados	234
5.5.2.	Vigas	244
ANEXO II: SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS		248
1.	Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.....	250
1.1.	Establecimiento.....	250
1.2.	Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.	250
1.3.	Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.	252
2.	Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.	254
2.1.	Sectorización de los establecimientos industriales.....	254
2.3.	Evacuación de los establecimientos industriales.	255
2.3.1.	Número de salidas.....	256
2.3.2.	Características de las puertas.	256
2.4.	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.	257
3.	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales	257
3.1.	Sistemas automáticos de detección de incendios.	258
3.2.	Sistemas manuales de alarma de incendio	258
3.3.	Sistemas de comunicación de alarma	258
3.4.	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.....	259
3.5.	Sistemas de hidrantes exteriores.	259
3.6.	Extintores de incendio.....	260
3.7.	Sistemas de bocas de incendio equipadas.	260
3.8.	Sistemas de columna seca.....	261
3.9.	Sistemas de rociadores automáticos de agua.	261
3.10.	Señalización de medios de extinción y evacuación.	262
4.	Distribución del sistema contra incendios.....	262
PLIEGO DE CONDICIONES		264
1.-	PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS	267
1.1.-	Disposiciones Generales.....	267
1.1.1.-	Disposiciones de carácter general	267
1.1.2.-	Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	270
1.1.3.-	Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas	273

1.2.- Disposiciones Facultativas	275
1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación	275
1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra	276
1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud	276
1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos	276
1.2.5.- La Dirección Facultativa	276
1.2.6.- Visitas facultativas	276
1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes	277
1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio	283
1.3.- Disposiciones Económicas	283
1.3.1.- Definición	283
1.3.2.- Contrato de obra	283
1.3.3.- Criterio General	284
1.3.4.- Fianzas	284
1.3.5.- De los precios	284
1.3.6.- Obras por administración	286
1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos	286
1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas	288
1.3.9.- Varios	288
1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía	289
1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra	289
1.3.12.- Liquidación económica de las obras	289
1.3.13.- Liquidación final de la obra	289
2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	290
2.1.- Prescripciones sobre los materiales	290
2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE)	290
2.1.2.- Hormigones	292
2.1.3.- Aceros para hormigón armado	294
2.1.4.- Aceros para estructuras metálicas	296
2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra	297
2.2.1.- Actuaciones previas	300
2.2.2.- Acondicionamiento del terreno	300
2.2.3.- Cimentaciones	303
2.2.4.- Estructuras	306
2.2.5.- Fachadas y particiones	312
2.2.6.- Instalaciones	313
2.2.7.- Cubiertas	316

2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado 317

**2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo,
separación y otras operaciones de gestión de los residuos de
construcción y demolición 318**

PRESUPUESTO.....320

PLANOS.....332

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Objeto y alcance del proyecto

El principal objetivo de este proyecto es el cálculo y optimización de la estructura metálica de una nave a dos aguas, con un puente grúa para el manejo de materiales pesados. Dicha nave, estará ubicada en el polígono industrial de L'Alcúdia y estará destinada al almacenaje de material de montaje y repuesto de motocicletas de competición. El cálculo de la estructura se realizará con ayuda del programa "Cype Ingenieros" y con el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Por último, se aplicará el reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, para diseñar la instalación de protección contra incendios de la nave.

2. Antecedentes

La empresa Circuito del motor y promoción deportiva S.A., concretamente el departamento de la cuna de campeones, lleva desde 1999 formando pilotos de moto en las categorías inferiores. También se ha dedicado a diseñar y a homologar diferentes motocicletas de competición para participar en los campeonatos de España de velocidad de todas las cilindradas. La base principal de la cuna de campeones está en un box del Circuito Ricardo Tormo de Cheste, donde antes de cada temporada se preparan todas las motos de las diferentes categorías en las que compiten. Para la recepción y almacenaje de los materiales, tanto para la construcción de las motos como repuestos que se necesitan a lo largo de la temporada, se está usando una nave industrial que tiene la empresa en elche.

Como esto supone un elevado coste en transporte de material entre elche y Cheste, se ha decidido construir un almacén en un terreno en L'Alcúdia que ha comprado la empresa. También se usará parte del terreno como parking de un par de remolques/vivienda, propiedad de la empresa, mientras no se estén usando en la temporada de carreras.

3. Motivación y justificación

La motivación por la cual he elegido realizar este proyecto, es que me gustaría que mis primeros pasos en el mundo laboral sean dentro del campo de cálculo de estructuras, ya que aunque cursé la especialización de diseño de máquinas, la asignatura de construcciones industriales me pareció muy interesante.

4. Situación y emplazamiento

La nave industrial se va a construir en el polígono industrial La Creu, situado en la provincia de Valencia, concretamente en el término municipal de L'Alcúdia. En este polígono, la empresa tenía desde hace tiempo la parcela que se usará para la construcción del almacén.



Figura 1: Imagen por satélite de la localización del polígono industrial

L'Alcúdia se encuentra a unos 30 kilómetros de Valencia hacia el sur y justamente pegado a la autovía A-7, por lo que la comunicación por carretera con el circuito Ricardo Tormo, situado en Cheste es inmejorable y a solo unos 20 minutos por carretera.

La parcela donde se va a construir la nave es de 4480m², y linda con la vía pública en todo su perímetro, o sea que en si constituye una manzana aislada.

Se ha optado por pegar la nave al linde izquierdo y trasero, dejando así bastante espacio para la maniobra de los vehículos, y también para parking de los remolques/vivienda cuando no se estén utilizando.

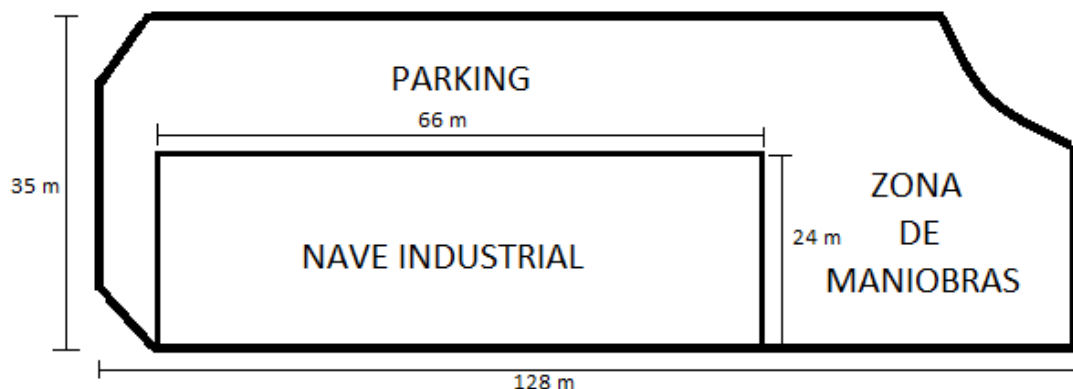


Figura 2: Distribución de la parcela

5. Normativa

Para la elaboración de este documento se ha seguido la norma UNE 157001 aprobada en junio de 2014, que expone los criterios a seguir para la redacción formalizada de un proyecto técnico y los documentos que lo forman.

El proyecto se ha desarrollado siguiendo detalladamente el código técnico de la edificación (CTE) y el conjunto de documentos básicos que lo forman, que contiene las exigencias actuales que deben cumplir las nuevas construcciones.

Para el cálculo de las acciones que actúan sobre el edificio se ha utilizado, dentro del código técnico, la parte del Documento Básico de Seguridad Estructural: Acciones.

Para el cálculo de las cimentaciones y del acero para armar el hormigón, se ha utilizado la norma vigente española de instrucción del hormigón estructural (EHE-08).

Como el código técnico no tiene ninguna referencia al cálculo de acciones debidas a puentes grúa, se ha utilizado la norma UNE 76201-1988 para ello.

Y por último, se ha utilizado la normativa municipal correspondiente al polígono La Creu, para cumplir con las exigencias que impone el ayuntamiento a los edificios industriales en este polígono industrial.

6. Programas de cálculo utilizados

Se han utilizado para calcular la estructura metálica, dos módulos del programa Cype ingenieros, el módulo de generador de pórticos, donde se han generado los pórticos y las acciones que les afectan, y por otro lado el módulo de metal 3D, donde se han añadido y definido todos los elementos restantes para completar la estructura y calcularla.

También se ha usado el programa Autocad, para generar los planos de la nave, anexos a este documento.

7. Requisitos de diseño

La finalidad de la nave industrial que se diseña en este proyecto, como anteriormente se ha expuesto, será de almacenaje, tanto de todo tipo de piezas y repuestos de las motocicletas de competición, como de material para la temporada de carreras. Para esto, se necesita un espacio de grandes dimensiones y sin ningún obstáculo que interfiera en el almacenaje, para un óptimo aprovechamiento del espacio.

La empresa también ha optado por incorporar a la estructura de la nave un puente grúa, que reducirá el tiempo de carga y descarga del material, reducirá el riesgo de accidentes de los operarios, ya que estos no necesitan estar cerca de la carga para moverla, y al no dejar pasillos para el desplazamiento de la carga, se podrá aprovechar más el espacio dentro de la nave.

7.1. Distribución en planta

La nave estará organizada en diferentes secciones de almacenamiento. Una zona de carga y descarga, una zona de trabajo y un pasillo central de 4 metros de anchura, que atravesará la nave en toda su longitud.

Se dispondrá de 6 zonas diferenciadas para el almacenamiento:

- Una zona para el almacenamiento de las piezas de repuesto más susceptibles al desgaste, como por ejemplo las pastillas de freno o los discos de freno.
- Una zona para el almacenamiento de carenados.
- Una zona para el almacenamiento de chasis.
- Una zona para el almacenamiento de los accesorios para los pilotos, como los cascos o los monos.
- Una zona para el almacenamiento de los accesorios para las motos, como tubos de escape, manillares, etc.
- Una zona para el almacenamiento de los motores.

Por otro lado, también se ha dejado un espacio dentro de la nave para realizar los trabajos de almacenamiento que sean necesarios, como puede ser el desembalaje de mercancías o la organización de la mercancía.

Por último, se ha dejado una zona de carga y descarga justo en la entrada de acceso de los camiones.

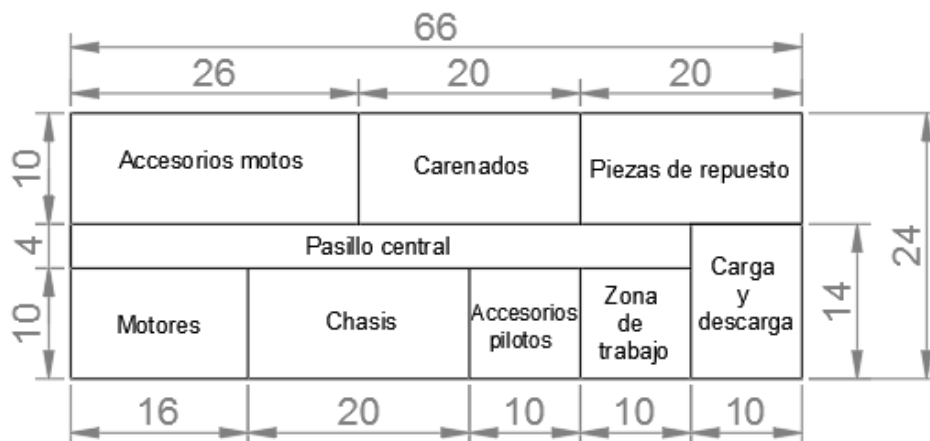


Figura 3: Distribución en planta de la nave.

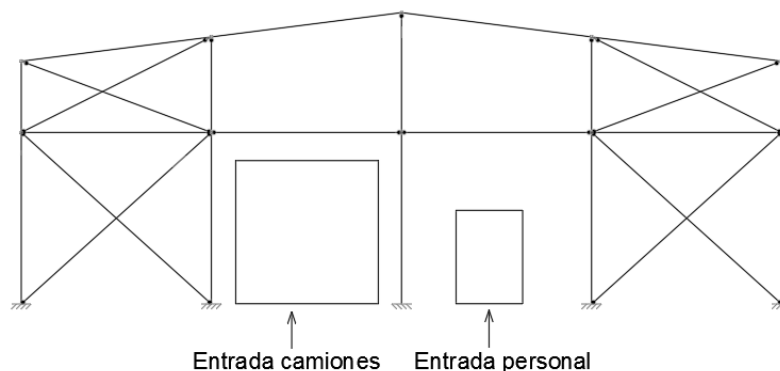


Figura 4: Entradas en el pórtico de fachada delantera.

8. Descripción de la solución adoptada

Para diseñar la solución adecuada, se han tenido en cuenta las exigencias del promotor, así como también se ha intentado seleccionar un modelo estructuralmente sencillo, para optimizar tanto su construcción, mantenimiento y aprovechamiento.

La solución escogida es de pórticos a dos aguas, ya que esta tipología estructural es la óptima frente a las acciones de viento y nieve, y también facilita la evacuación del agua de la lluvia.

La nave está formada por 12 pórticos a dos aguas, divididos en dos grupos: los de fachada, tanto la frontal como la trasera, y los interiores. La crujía de la nave es de 6 m.

En los pórticos interiores se ha situado a 1,5 metros de la cabeza de los pilares, una ménsula de apoyo para la viga carrilera del puente grúa. Se ha optado por colocar un puente grúa birrail de GH SA de 5 toneladas, el cual será suficiente para trasladar los paquetes y materiales que se van a almacenar.

La altura de los pilares será de 7,5 metros, dando 1,5 metros superiores a la instalación del puente grúa, y por tanto dejando 6 metros de altura, 3 metros inferiores para el almacenaje, y los tres metros superiores para la maniobra y movimiento de estos materiales con el puente grúa.

Por otra parte, la altura de cumbrera será de 9 metros, dejando así una pendiente de 12.5% en la cubierta. Se ha optado por esta pendiente tan pequeña, ya que cuando más pequeña es esta, menos sobreexposición al viento tendrá la nave y mayor riesgo ante la acumulación de nieve en cubierta. Se ha elegido esta pendiente debido a que se ubicará en una zona climatológica muy benigna.

Las dimensiones totales de la nave serán de 66 metros de profundidad, y de 24 de anchura, dando un espacio muy grande y sin ningún obstáculo, para aprovechar al máximo el espacio disponible para almacenar los materiales. Por tanto la nave tendrá una superficie total construida de 1584m², de ellos 1320m² de superficie de almacenamiento.

Para arriostrar la estructura metálica frente a acciones del viento, se ha introducido un sistema contraviento formado por:

- La viga perimetral, que se encarga de atar las cabezas de todos los pilares entre sí.
- La viga contraviento, que se encarga de arriostrar el pórtico de fachada, y trasladar las cargas que este recibe por la acción del viento.
- Las cruces de San Andrés, que junto con la viga contraviento arriostra tanto el pórtico interior como el pórtico de fachada, en el plano perpendicular a este.

Para el cerramiento de cubierta y lateral se ha optado por montar un panel tipo sándwich, ya que la relación entre peso/resistencia es muy buena y al ser un panel prefabricado solo se tiene que atornillar a las correas, disminuyendo así el tiempo de montaje y mantenimiento necesarios.

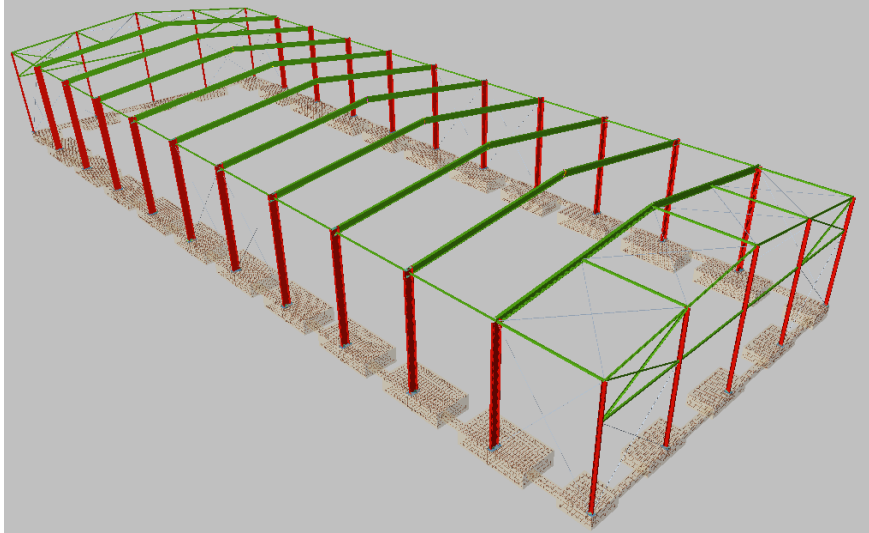


Figura 5: Vista 3D de la nave.

8.1. Actuaciones previas

La parcela se encuentra en un polígono de nueva creación, recientemente urbanizado y rústico hasta la fecha, por lo que solamente se tendrá que desbrozar para dejarla completamente vacía.

Una vez se haya retirado la capa vegetal se realizarán pequeñas excavaciones donde sean oportunas para dejar el terreno completamente nivelado y preparado para iniciar la cimentación.

8.2. Cimentación

Para la cimentación de la nave se ha optado por un conjunto de zapatas aisladas debajo de cada pilar, unidas mediante las vigas de atado, que impedirán el movimiento relativo entre pilares. Esta opción será la que menos hormigón requerirá y por tanto menor inversión económica y menor tiempo empleado en su construcción.

Una vez se ha dejado la parcela nivelada, se procederá a la medición y realización de las excavaciones que son necesarias para la colocación tanto de las zapatas aisladas como de las vigas de atado.

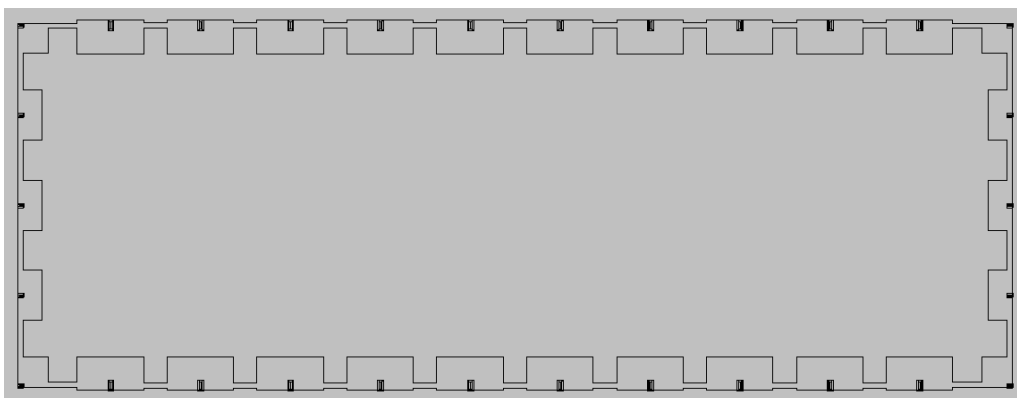


Figura 6: Vista de la cimentación de la nave.

8.2.1. Hormigón de limpieza

Se ha decidido verter una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10cm de espesor, por debajo de las zapatas y vigas de atado para evitar la contaminación del hormigón que se verterá posteriormente y nivelar el terreno.

8.2.2. Zapatas aisladas

Las zapatas aisladas elegidas son de hormigón armado y sirven para transmitir los esfuerzos que soporta la nave, entre las placas de anclaje de los pilares al terreno. El hormigón utilizado será el HA-25/B/20/IIa y el acero para el armado será el B 500 S.

En este proyecto se ha optado por situar todos los elementos de cimentación dentro del perímetro que ocupa la nave, que aunque esto requiera más hormigón armado, con ello se asegura que la cimentación no entorpecerá ninguna construcción futura que pueda hacerse alrededor de la nave.

Con esto se tendrá que todas las zapatas son excéntricas hacia el interior de la nave, formando ocho tipos de zapata, que se pueden observar en las siguientes figuras.

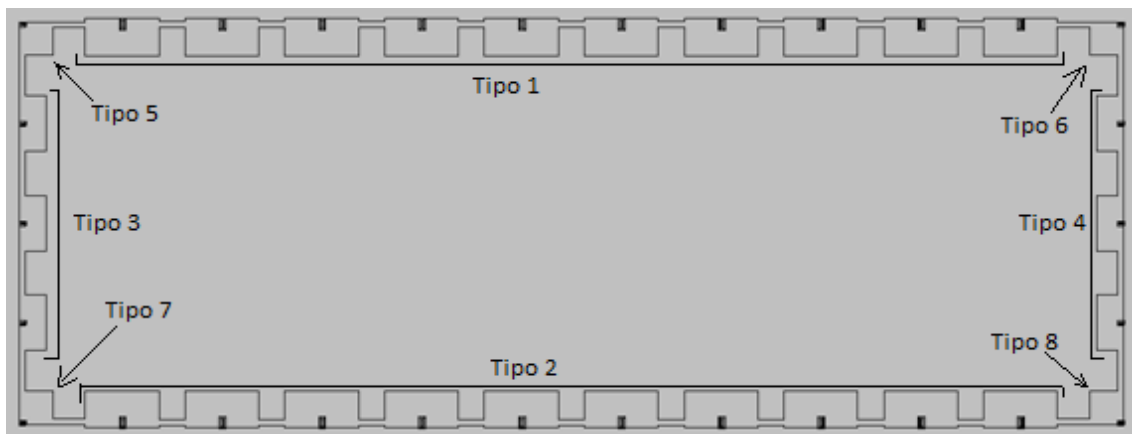


Figura 7: Tipos de zapatas

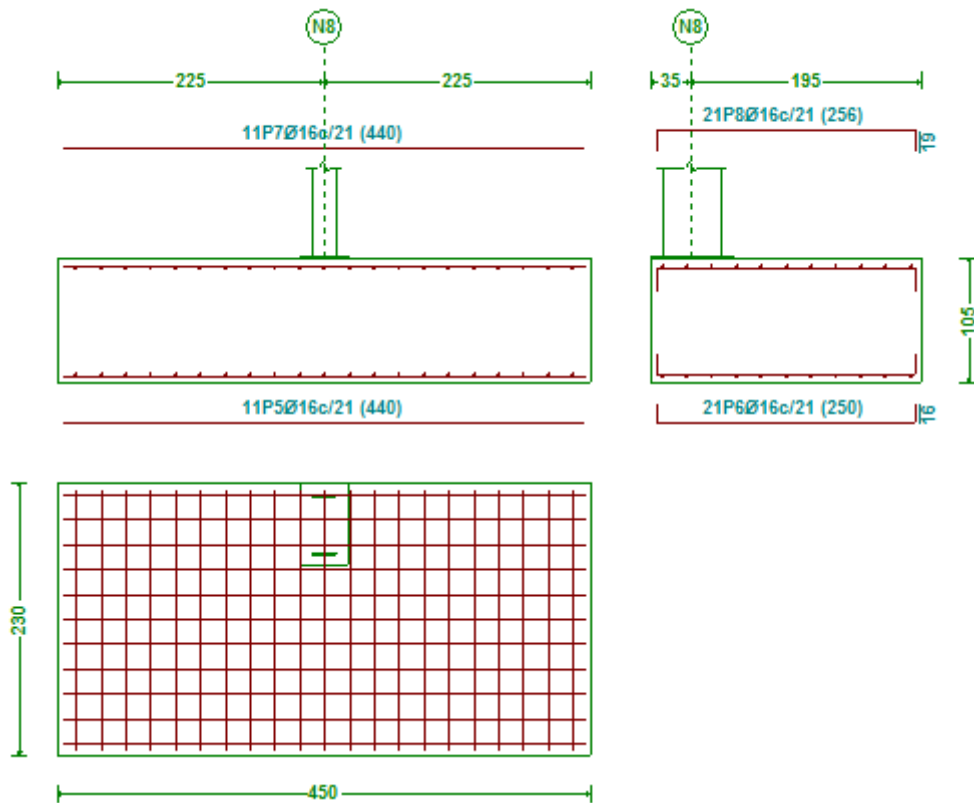


Figura 8: Zapatas pilar derecho de los pórticos interiores (Tipo 1)

Referencias	Geometría	Armado
N8, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 225.0 cm Ancho inicial Y: 195.0 cm Ancho final X: 225.0 cm Ancho final Y: 35.0 cm Ancho zapata X: 450.0 cm Ancho zapata Y: 230.0 cm Canto: 105.0 cm	Sup X: 11Ø16c/21 Sup Y: 21Ø16c/21 Inf X: 11Ø16c/21 Inf Y: 21Ø16c/21

Tabla 1: Características zapatas tipo 1

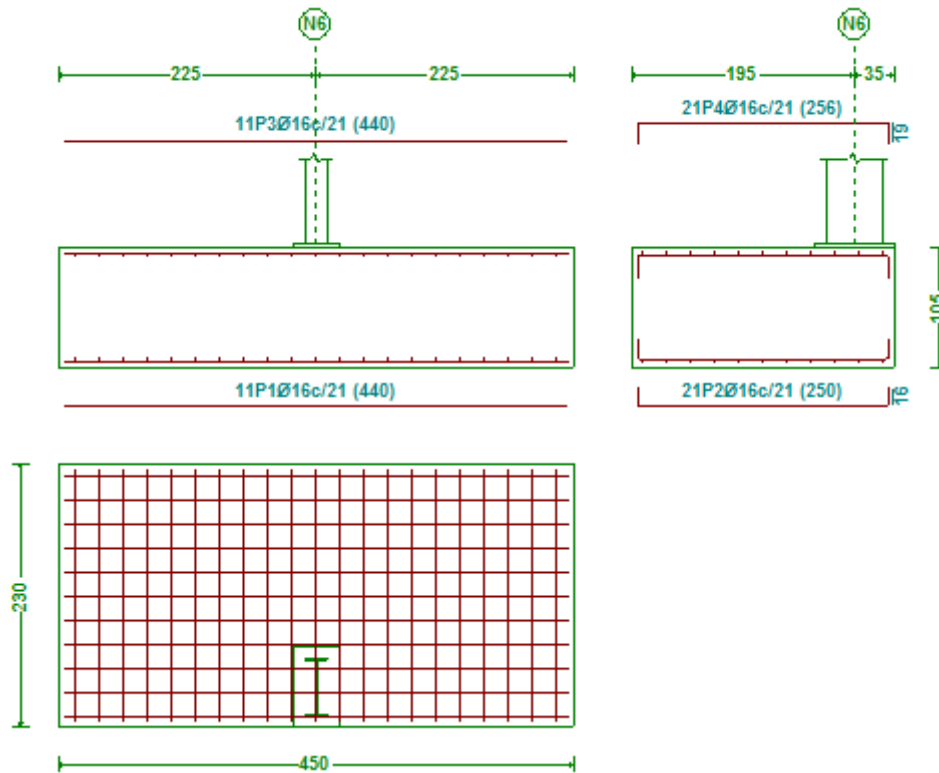


Figura 9: Zapatas pilar izquierdo de los pórticos interiores (Tipo 2)

Referencias	Geometría	Armado
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46 y N51	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 225.0 cm Ancho inicial Y: 35.0 cm Ancho final X: 225.0 cm Ancho final Y: 195.0 cm Ancho zapata X: 450.0 cm Ancho zapata Y: 230.0 cm Canto: 105.0 cm	Sup X: 11Ø16c/21 Sup Y: 21Ø16c/21 Inf X: 11Ø16c/21 Inf Y: 21Ø16c/21

Tabla 2: Características zapatas tipo 2

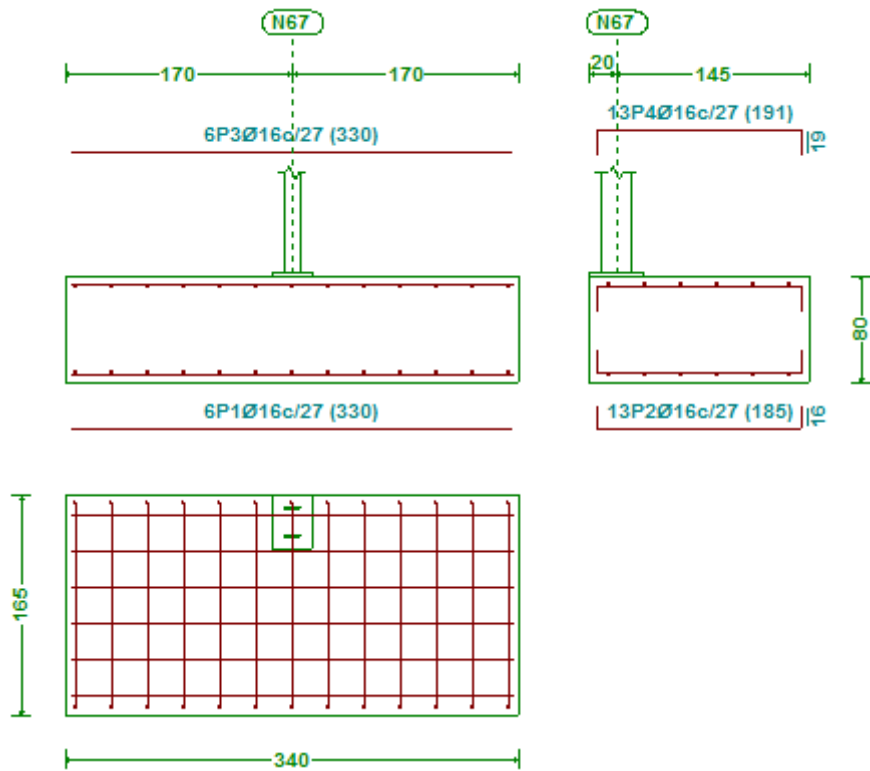


Figura 10: Zapatas pilar interior del pórtico de fachada trasero (Tipo 3)

Referencias	Geometría	Armado
N67, N61 y N63	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 170.0 cm Ancho inicial Y: 145.0 cm Ancho final X: 170.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 340.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø16c/27 Sup Y: 13Ø16c/27 Inf X: 6Ø16c/27 Inf Y: 13Ø16c/27

Tabla 3: Características zapatas tipo 3

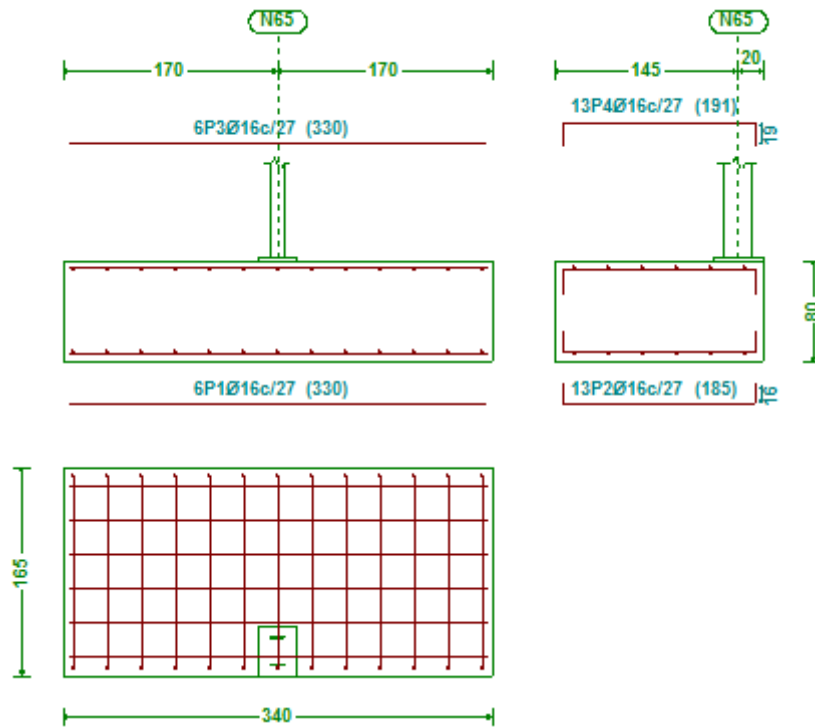


Figura 11: Zapatas pilar interior del pórtico de fachada (Tipo 4)

Referencias	Geometría	Armado
N65, N62 y N69	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 170.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 170.0 cm Ancho final Y: 145.0 cm Ancho zapata X: 340.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø16c/27 Sup Y: 13Ø16c/27 Inf X: 6Ø16c/27 Inf Y: 13Ø16c/27

Tabla 4: Características zapatas tipo 4

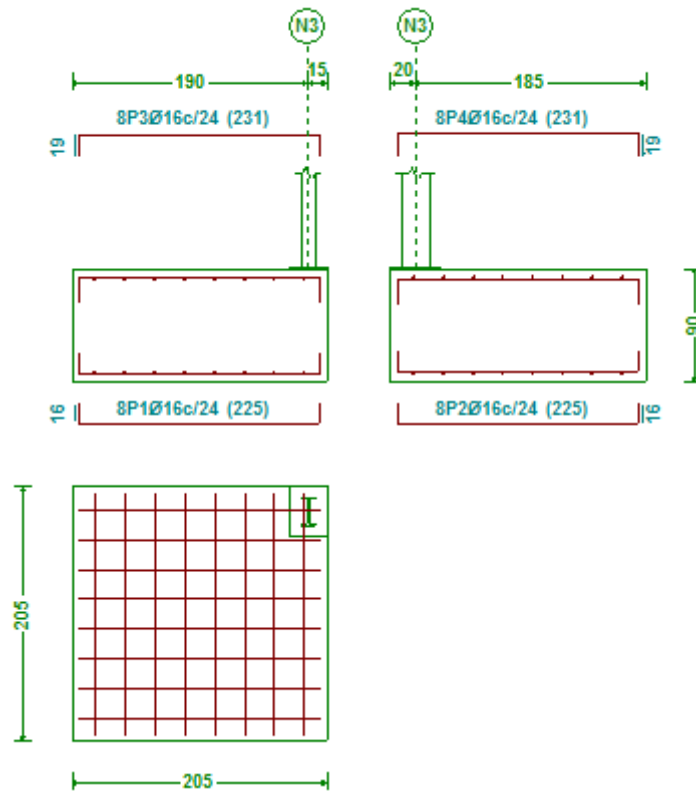


Figura 12: Zapata pilar exterior derecho del pórtico de fachada trasero (Tipo 5)

Referencias	Geometría	Armado
N3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190.0 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 15.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24

Tabla 5: Características zapatas tipo 5

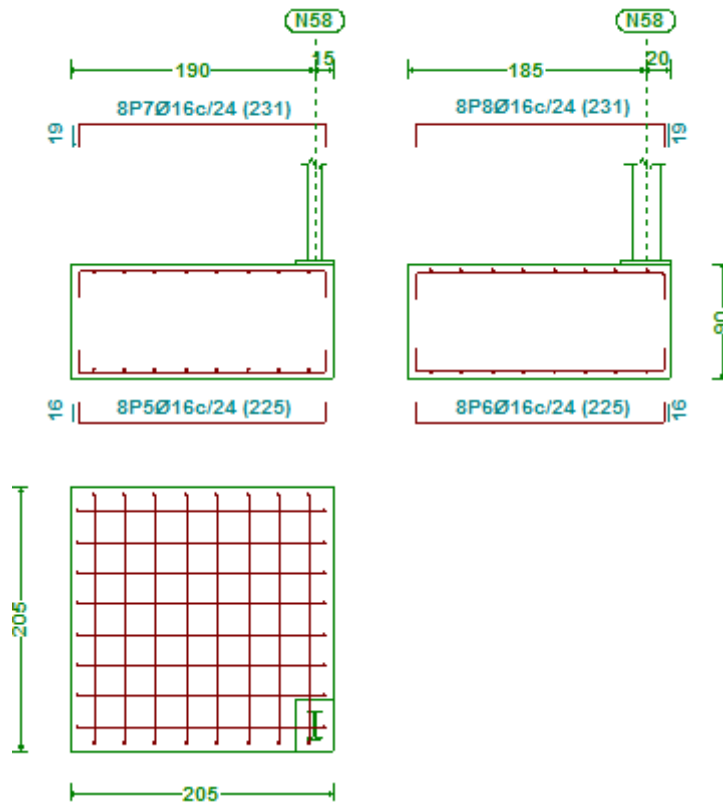


Figura 13: Zapata pilar exterior derecho del pórtico de fachada (Tipo 6)

Referencias	Geometría	Armado
N58	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 15.0 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24

Tabla 6: Características zapatas tipo 6

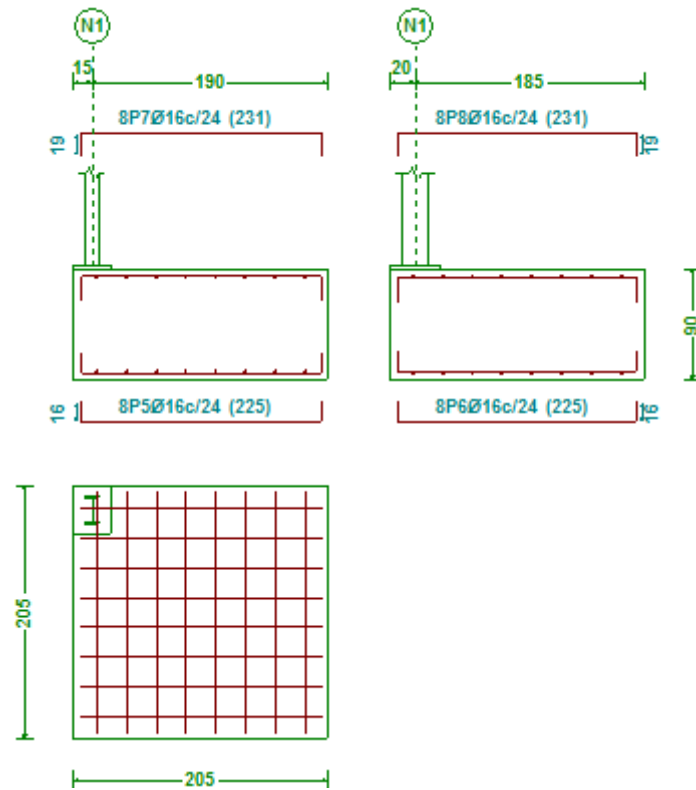


Figura 14: Zapata pilar exterior izquierdo del pórtico de fachada trasero (Tipo 7)

Referencias	Geometría	Armado
N1	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 190.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24

Tabla 7: Características zapatas tipo 7

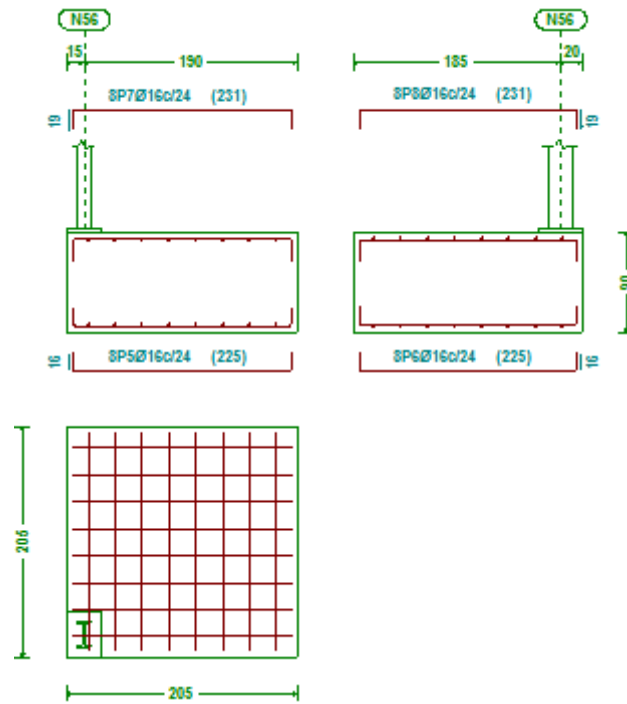


Figura 15: Zapata pilar exterior izquierdo del pórtico de fachada (Tipo 8)

Referencias	Geometría	Armado
N56	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 190.0 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24

Tabla 8: Características zapatas tipo 8

8.2.3. Vigas de atado

Las vigas de atado son elementos de la cimentación que unen las zapatas aisladas entre ellas, con lo que impiden el movimiento relativo entre zapatas, debido a posibles esfuerzos horizontales que les afectan.

Generalmente las vigas de atado son elementos de hormigón armado, en este caso serán del mismo hormigón armado que las zapatas, el hormigón será el HA-25/B/20/IIa y el acero para el armado será el B 500 S.

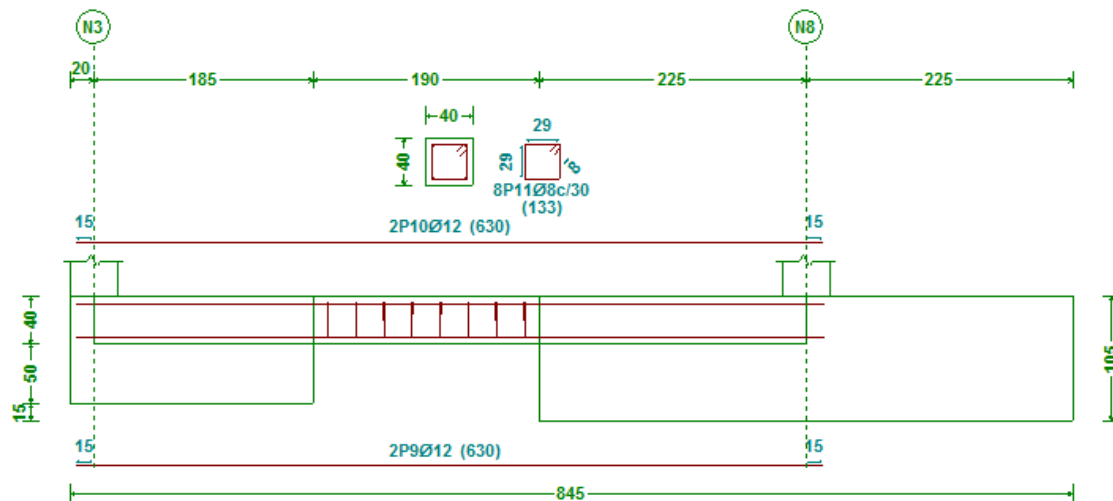


Figura 16: Vigas de atado

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N63-N61] y C [N61-N67]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N58-N69] y C [N1-N63]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N65-N56] y C [N67-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Tabla 9: Características de las vigas de atado

8.3. Estructura metálica

8.3.1. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son unos elementos metálicos de la estructura, que se encargan de unir los pilares a la cimentación, en concreto a las zapatas aisladas descritas anteriormente, por lo que su función es la de transmitir los esfuerzos que reciben de los pilares a la cimentación.

La placa de anclaje está formada por dos elementos principales, la placa base que se encarga de transmitir y distribuir los esfuerzos, y por otra parte los pernos, que están embebidos en el hormigón armado de las zapatas, y se encargan de unir la placa base con el hormigón y transmitir los esfuerzos de tracción. En muchos casos también aparecen unos elementos secundarios, las cartelas, que sirven para aumentar la rigidez de las placas de anclaje y su resistencia a flexión.

En este caso se han utilizado dos tipos de placas de anclaje, según los dos perfiles de pilares IPE que se usarán en la nave.

Tipo 1. Placas de anclaje de los pilares de los pórticos de fachada delantera y trasera.

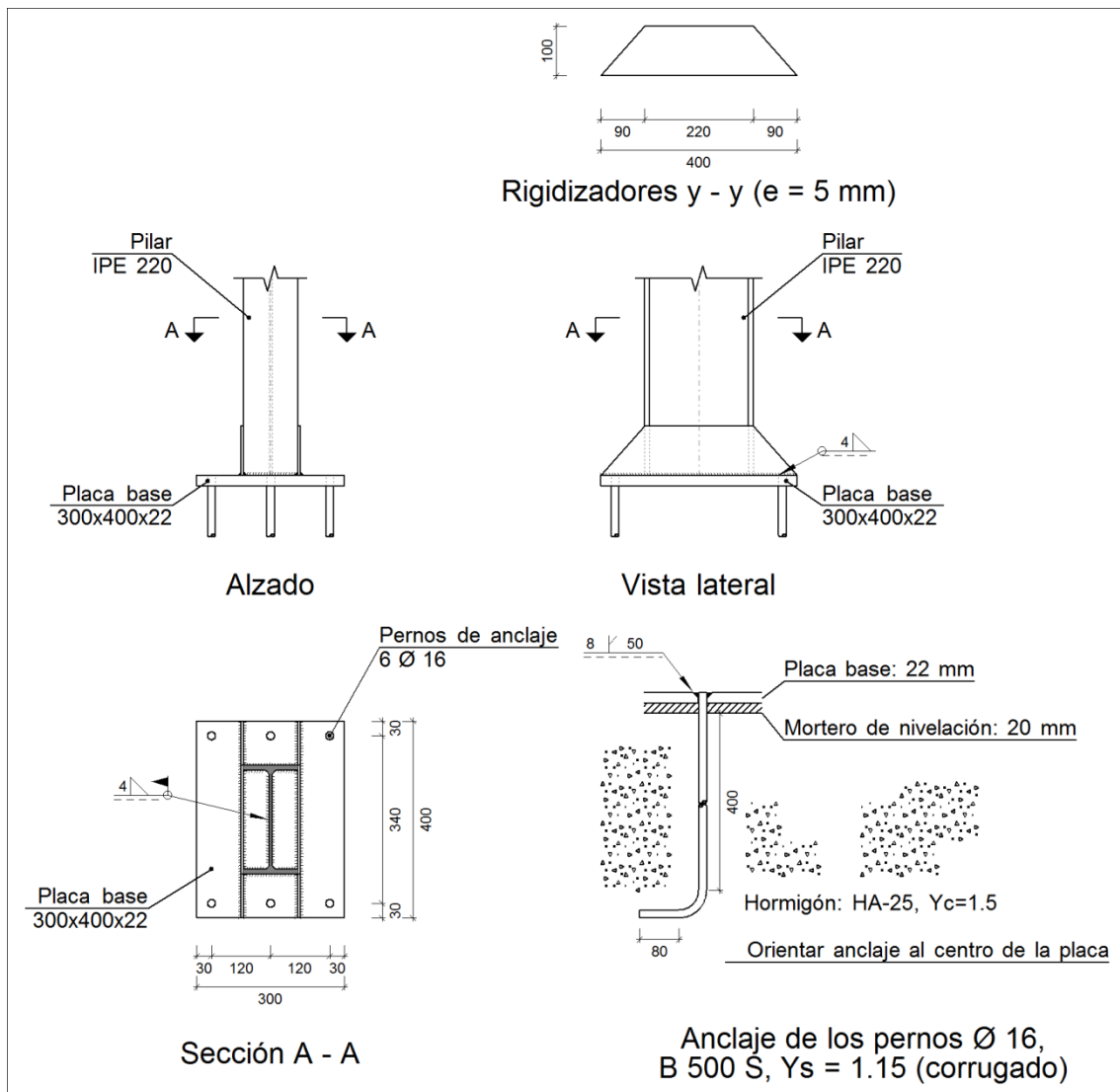


Figura 17: Placas de anclaje tipo 1

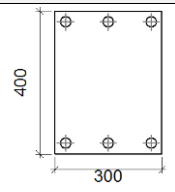
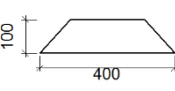
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	400	22	6	32	18	8	S275	275.0	410.0
Rigidizador		400	100	5	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 10: Características de las placas de anclaje tipo 1

Tipo 2. Placas de anclaje de los pilares de los pórticos interiores.

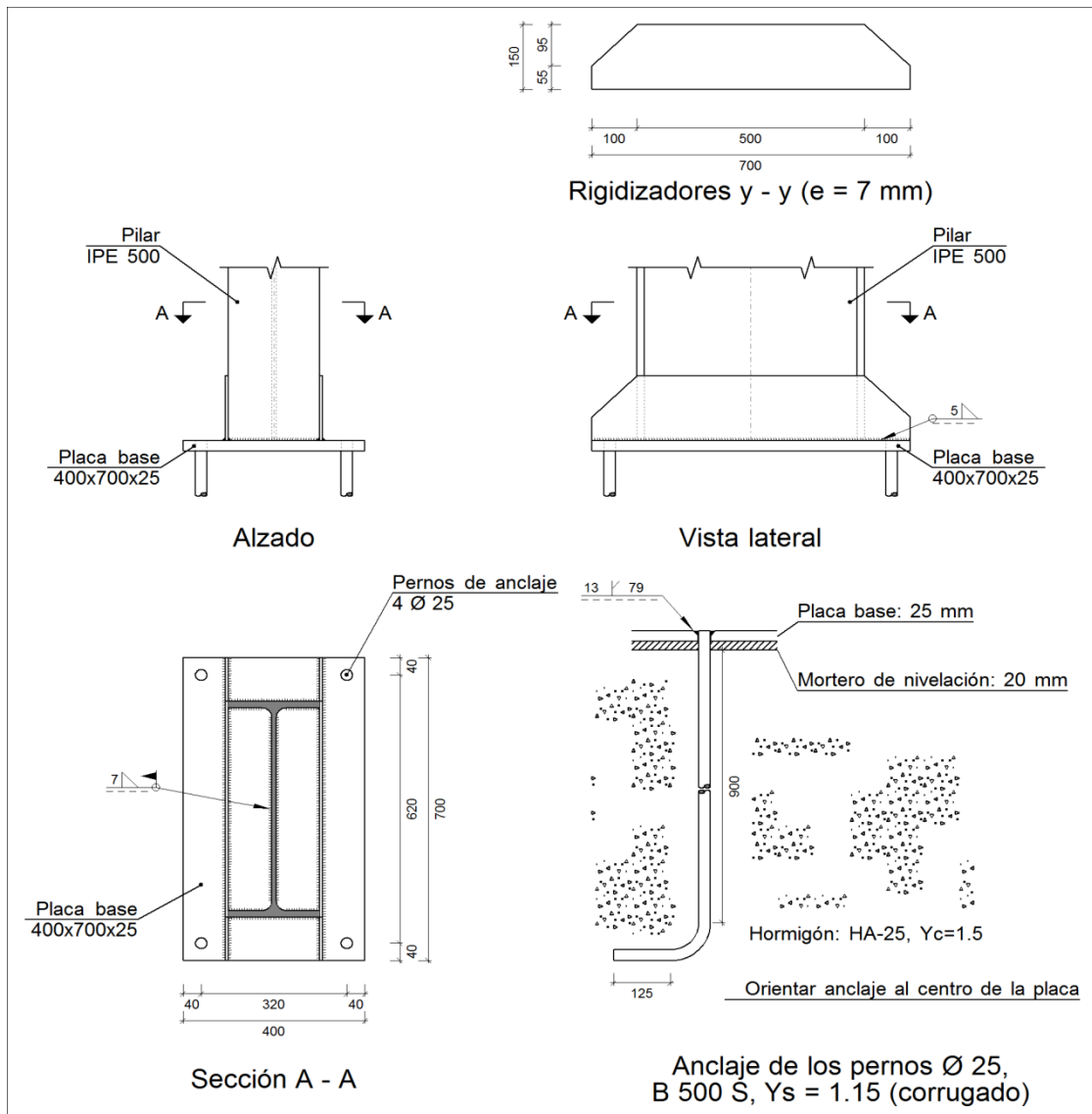


Figura 18: Placas de anclaje tipo 2

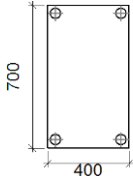
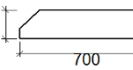
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		400	700	25	4	51	27	13	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	150	7	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 11: Características de las placas de anclaje tipo 2

8.3.2. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada es diferente a los demás pórticos comunes, ya que este tiene que soportar las cargas de viento frontal que afectan a la nave, por lo que se ha optado por incluir en él un sistema de arriostramiento, formado por tres pilares centrales, unas cruces de San Andrés y una viga horizontal que atraviesa todo el pórtico.

Se tienen dos pórticos de fachada, el delantero y el trasero, aunque son exactamente iguales en este caso.

El pórtico de fachada tiene una luz de 24 metros, como el resto de pórticos, por lo que los pilares están separados entre sí 6 metros, para así conseguir simetría en la estructura. La viga horizontal de arriostramiento estará situada a 5.3 metros del suelo, dividiendo así el pilar central (más desfavorable) en dos longitudes equivalentes de pandeo similares.

Los perfiles empleados para construir estos pórticos serán;

Un IPE 220 para todos los pilares, tanto los interiores como los exteriores,

Un IPE 120 para la jácena, un perfil de acero conformado en forma de cajón cuadrado #100x6.07 para la viga horizontal,

Un perfil en L para las diagonales que trabajan a tracción, un L 90x90x9 para las diagonales superiores, y un L 20x20x3 para las diagonales inferiores.

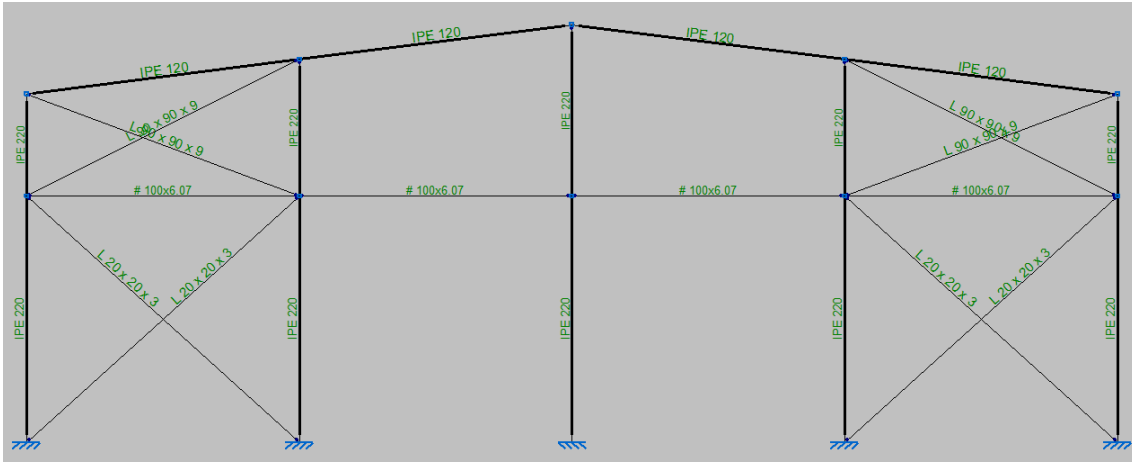


Figura 19: Pórtico de fachada

8.3.3. Pórtico interior

Como pórticos interiores se han considerado todos los pórticos de la nave, exceptuando los pórticos de fachada definidos anteriormente.

Los pórticos interiores estarán formados por un perfil IPE 500 para los pilares y un perfil IPE 400 para la jácena.

Aunque en el modelo de cálculo que se ha usado no se han incluido las ménsulas de apoyo para la viga carrilera del puente grúa, incluyendo los esfuerzos provocados por el puente grúa directamente sobre los pilares y así simplificar el cálculo, éstas estarán situadas a 6,5 metros del suelo soldadas en los pilares, y serán tramos de perfil IPE 500, aprovechando así el mismo perfil que los pilares. Encima de estas ménsulas y apoyando sobre esta, se colocará una viga carrilera de perfil HEA 280 que servirá de carril para que las ruedas del puente grúa se desplacen sobre ella.

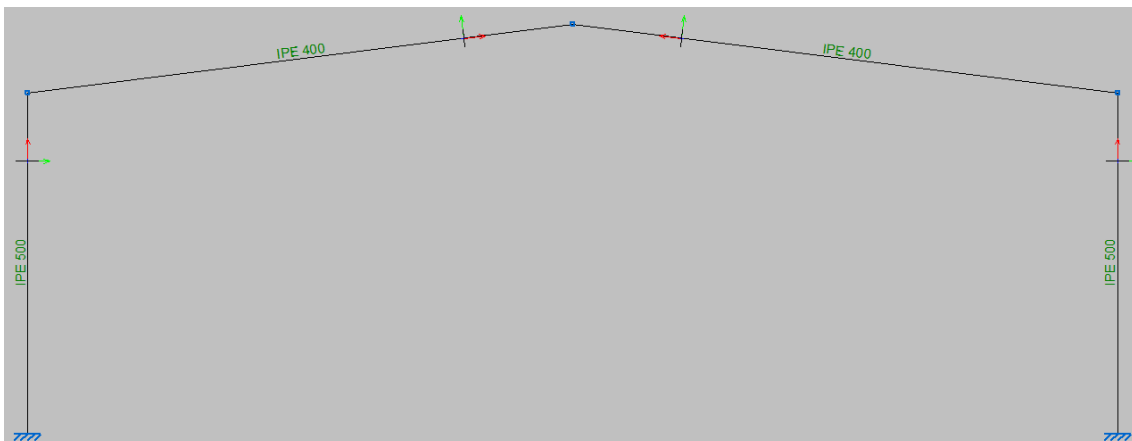


Figura 20: Pórtico interior

8.3.4. Sistema contraviento

El sistema contraviento de la estructura estará compuesto por la viga contraviento, las cruces de San Andrés y la viga perimetral (el sistema contraviento de la fachada frontal ya ha sido definido anteriormente).

La viga contraviento se situará en la cubierta, entre el pórtico de fachada, tanto el frontal como el trasero, y el pórtico inmediatamente a continuación. Se ha resuelto mediante una viga del tipo Pratt, doblando las diagonales para que éstas trabajen a tracción cuando estén sometidas tanto a presión como a succión.

Los perfiles que se usarán serán perfiles de acero conformado con forma de cajón cuadrado hueco #100x6.07 para los montantes y perfiles en L 25x25x4 para las diagonales que solo trabajarán a tracción.

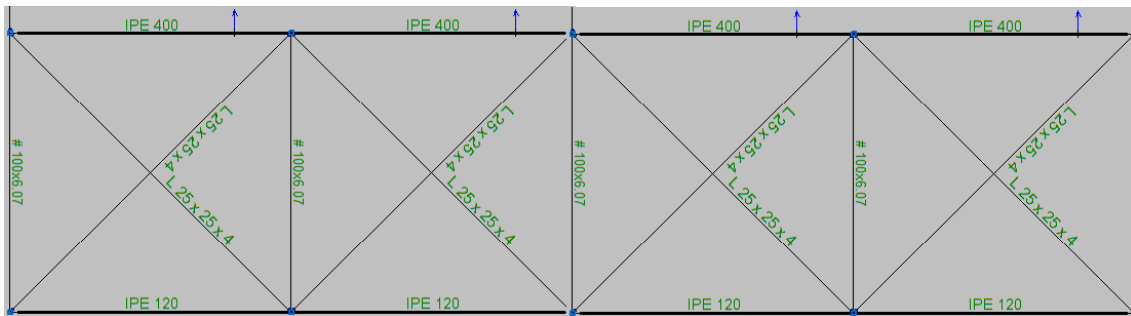


Figura 21: Viga contraviento

En la fachada lateral, las Cruces de San Andrés se situarán entre los pórticos de fachada delantera y trasera, y los pórticos que tienen a continuación, al igual la viga contraviento, y también se ha optado por introducir dos cruces de San Andrés en medio de la nave, al tener ésta unas dimensiones bastante grandes, logrando así un mejor arriostramiento de la estructura.

Para las diagonales de las cruces de San Andrés se usaran perfiles en L 20x20x3 y los montantes ya han sido definidos anteriormente, ya que son los mismos que los de la viga contraviento.

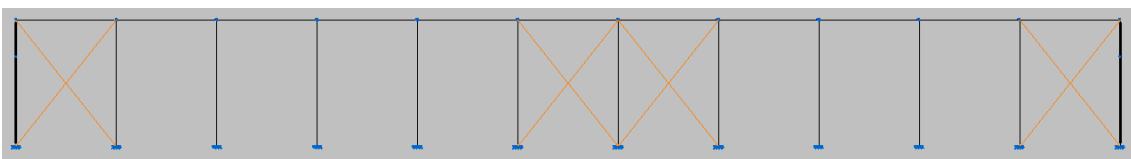


Figura 22: Fachada lateral. Cruces de San Andrés

Por último, la viga perimetral es un elemento que une las cabezas de los pilares entre sí, logrando que no exista ningún movimiento relativo entre ellos y con ello aumenta la rigidez de la estructura. El perfil que se usará será un IPE 100.

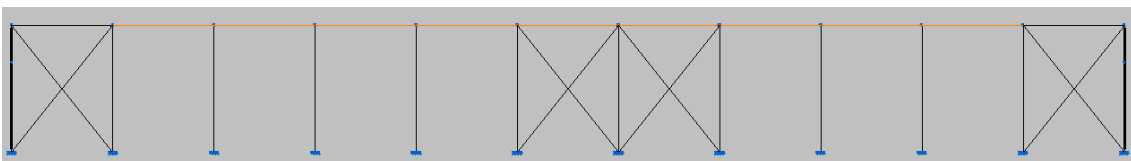


Figura 23: Fachada lateral. Viga perimetral.

8.4. Cerramiento

8.4.1. Correas

Las correas son un elemento de metal que unen las chapas o paneles que actuarán como cubierta y la estructura metálica de la nave, por lo que transmitirán a la estructura todos los esfuerzos que provocarán las acciones exteriores, como el viento o la nieve.

Se pueden diferenciar dos tipos de correas en la estructura, las correas de la cubierta de la nave, y las cubiertas laterales y frontales.

- Correas de cubierta: para las correas de cubierta se ha optado por seleccionar un perfil de acero conformado en forma de C, ya que son más aconsejables que los que tienen forma de Z por debajo de una pendiente de cubierta del 20%, en este caso será del 12.5%. El perfil será el CF-140x3.0 con una separación entre ellas de 1.2 metros. Su longitud será de dos vanos, unos 12 metros, para facilitar el transporte de éstas por carretera.
- Correas laterales y frontales: Se ha escogido el mismo perfil que en cubierta, para así homogeneizar los perfiles y abaratar costes, por lo que se tendrá el perfil CF-140x3.0 con una separación entre ellas de 1.5 metros y una longitud de 12 metros (2 vanos).

8.4.2. Cubierta

Para esta nave se ha optado por un cerramiento de tipo panel sándwich, panel comúnmente utilizado en edificios industriales por su buen comportamiento frente al viento, el frío o la lluvia y por su facilidad de montaje y mantenimiento. Este panel irá atornillado a las correas de cubierta y laterales.

Para la cubierta se ha optado por un panel sándwich de tipo tapajuntas con un espesor de 50 mm, y un peso de 10,10 kg/m².

PANEL CUBIERTA TAPAJUNTAS



Figura 24: Panel sándwich tapajuntas para cubiertas.

Para las fachadas laterales y frontales se ha escogido un panel sándwich de tipo de tornillo visto con un espesor de 50mm y un peso de 9,55 kg/m², ya que requiere un montaje más fácil y rápido que otros paneles.



Figura 25: Panel sándwich de tornillo visto para fachadas.

8.5. Solera

La solera es un firme de hormigón que se deposita en toda la nave, que sirve de suelo de ésta. La solera puede ser de hormigón en masa o armado y puede construirse directamente sobre el terreno o sobre una sub-base, que servirá para tener un apoyo de la solera uniforme y libre de contaminantes que puedan afectar al fraguado del hormigón.

En este caso, se ha optado por incorporar una sub-base de zahorra artificial de 15 cm de espesor, que se compactará antes de verter el hormigón armado, dándole a este una base completamente nivelada y uniforme.

Para la solera, se ha optado por una solera de hormigón HA-25 y armado con malla de acero B 500 S. Esta solera estará formada por losas cuadradas de 6x6 metros y separadas entre ellas por una junta de dilatación.

9. Bibliografía

- Código Técnico de la Edificación, concretamente los documentos de Seguridad estructural, Acciones en la edificación, Cimientos, Acero y Seguridad en caso de incendio. Disponibles en www.codigotecnico.org (Visitada el 05/08/2017).
- Apuntes de la asignatura EM1027 "Estructuras y construccions industriales", del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad Jaume I.
- "Código de Urbanismo de la Comunidad Valenciana". Madrid: Boletín Oficial del Estado (BOE), 2014. 244 p., [en línea]. Disponible en [https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=013_Codigo de Urbanismo de la Comunidad Valenciana&modo=1](https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=013_Codigo_de_Urbanismo_de_la_Comunidad_Valenciana&modo=1) (Visitada el 15/08/2017).
- Base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación. Disponibles en <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base14/index.htm> (Visitada el 06/09/2017).
- Características del Panel Sándwich tapajuntas y tornillo visto, Grupo Panel Sándwich. Disponible en <https://www.panelsandwich.com/> (Visitada el 08/09/2017).
- Características puente grúa de 5t, Catálogo GH CRANES & COMPONENTS. Disponible en <https://www.ghcranes.com/es/> (Visitada el 22/08/2017).

ANEXO I: CÁLCULOS

1. Acciones sobre la edificación

Para determinar las diferentes acciones que actúan sobre la edificación se dispondrá del DB-SE-AE, a excepción de las acciones provocadas por el puente grúa, que no están contempladas en este documento.

Todas estas acciones se calcularán para, posteriormente, verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio que marca el DB-SE.

En primer lugar, el DB-SE-AE clasifica las posibles acciones a considerar según su variación en el tiempo:

- Acciones permanentes
- Acciones variables
- Acciones accidentales

1.1. Acciones permanentes

Son aquellas que actúan en todo momento sobre el edificio y en una posición fija de éste. Pueden no ser constantes en todo momento, pero su variación ha de ser despreciable o tendiendo a valores constantes.

El principal ejemplo de acciones permanentes es el peso propio de los elementos de la estructura.

1.1.1. Peso propio

Se ha de considerar el peso propio de los elementos que forman la estructura metálica y el peso del cerramiento de panel tipo sándwich.

El peso de cada elemento de la estructura metálica ya lo tiene en cuenta el programa Cype, mientras que el peso del cerramiento habrá que indicárselo, que al ser panel tipo sándwich será de 0,15 kN/m².

1.1.2. Pretensado

La acción de pretensado no está considerada en este caso debido a no haber elementos de hormigón susceptibles a esta acción en nuestra estructura.

1.2. Acciones variables

Las acciones variables son aquellas que durante un tiempo determinado pueden estar actuando o no sobre el edificio. Como ejemplos de este tipo de acciones encontramos las debidas al uso, a la nieve, al viento y térmicas.

1.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso se debe al peso de todo lo que gravita sobre el edificio por razón de su uso.

El DB-SE-AE proporciona una tabla donde se pueden encontrar los valores característicos de la sobrecarga según su uso habitual.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- ⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.
- ⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.
- ⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.
- ⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- ⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².
- ⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.
- ⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

Tabla 12: Valores característicos de las sobrecargas de uso

En el caso del edificio a calcular, se tiene una cubierta que solo es accesible para tareas de conservación y, además, se trata de una cubierta ligera sobre correas, ya que está formada por paneles tipo sándwich cuya carga permanente no excede de 1kN/m² (es de 0,15 kN/m²). Con todo esto se puede afirmar que el edificio está dentro de la categoría de uso G y, concretamente, en la subcategoría de uso G1, la cual implica una sobrecarga de uso de 0,4 kN/m². La anterior tabla también indica que esta sobrecarga no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

1.2.2. Viento

La acción del viento es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o una presión estática (q_e), que puede expresarse como:

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Siendo:

q_b: la presión dinámica del viento que varía según el emplazamiento del edificio.

c_e: el coeficiente de exposición, que es variable con la altura y el grado de aspereza del entorno.

c_p: el coeficiente eólico o de presión, que depende de la forma y orientación de la superficie del edificio respecto del viento que incide sobre ella.

La **presión dinámica** del viento se puede calcular mediante siguiente la expresión:

$$q_b = 0,5 * \delta * v_b^2$$

Siendo:

δ : la densidad del aire ($1,25 \text{ kg/m}^3$)

v_b : el valor básico de la velocidad del viento, que se puede extraer de la figura 25

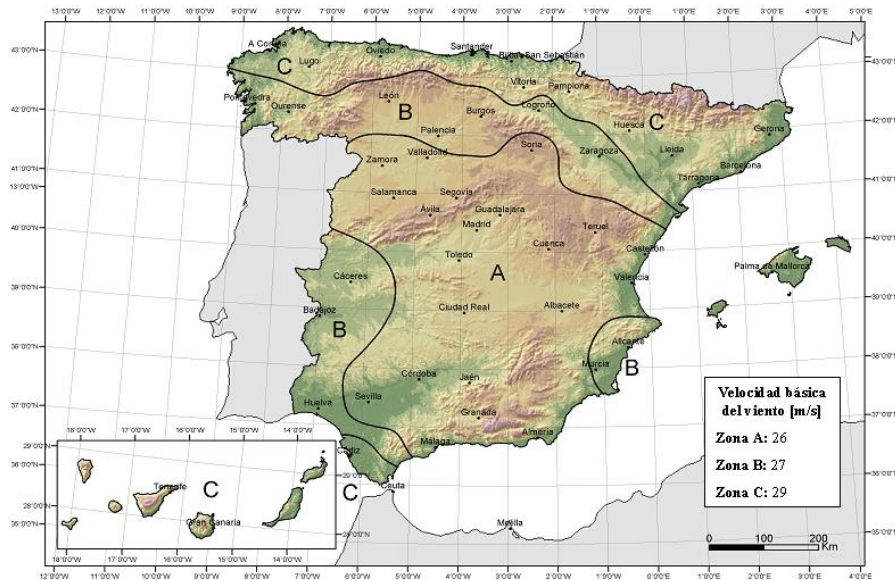


Figura 26: Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Sabiendo que la densidad del aire es de $1,25 \text{ kg/m}^3$ y que la nave se sitúa en la zona A con una velocidad básica del viento de 26 m/s , se puede obtener mediante la anterior fórmula, que la presión dinámica a la cual estará sometida la edificación será de $0,42 \text{ kN/m}^2$.

El **coeficiente de exposición** c_e puede determinarse con la siguiente expresión:

$$c_e = F * (F + 7k)$$

$$F = k \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right)$$

Siendo k , L y Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, los cuales han sido sacados de la tabla 13.

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 13: Coeficientes para tipos de entorno

Como la nave estará construida en una zona industrial, estamos en el grado de asperidad IV y, por tanto, los coeficientes serán de $k = 0,22$, $L = 0,3m$ y $Z = 5m$.

La altura de la nave es de 9m. ($z = 9m$)

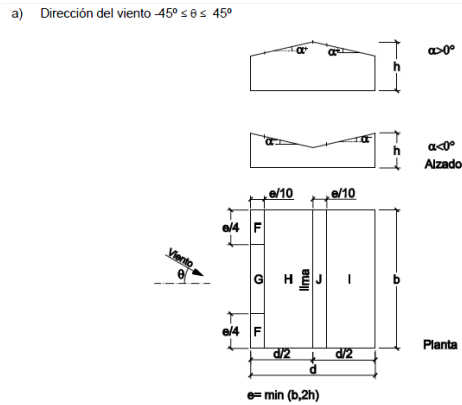
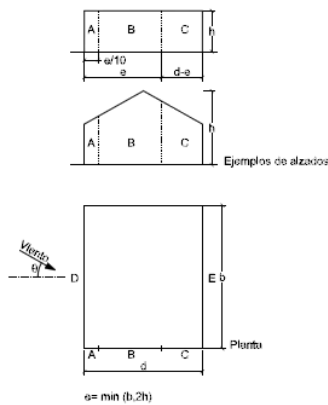
Sustituyendo los datos obtenidos en la ecuación que proporciona el DBSE-AE, se puede obtener un valor del coeficiente de exposición de:

$$F = 0,748$$

$$c_e = 1,712$$

El **coeficiente eólico o de presión** se obtiene de las tablas proporcionadas por el DBSE-AE.

Para los pilares se usarán las tablas de parámetros verticales y para las jácenas se usarán las tablas de parámetros horizontales.



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	0,2	0,2
5°	≥ 10	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
	≥ 10	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	≥ 10	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
	≥ 10	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
45°	≥ 10	0,7	0,7	0,4	0	0
	≤ 1	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≥ 10	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
45°	≥ 10	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
	≤ 1	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≥ 10	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0

Tabla 14: Parámetros verticales y horizontales para la obtención del coeficiente eólico.

1.2.3. Acciones térmicas

No se consideran las acciones térmicas sobre la estructura, ya que esta, no tiene elementos de más de 40 metros de longitud, condición límite que marca el CTE para considerar acciones térmicas sobre los elementos de la estructura.

1.2.4. Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre la edificación dependerán de varios factores como el clima, la forma de la cubierta y los efectos del viento.

Los modelos de carga de nieve del DBSE-AE sólo cubren los casos de depósito natural de la nieve, siendo este el caso que nos ocupa, debido a ser una cubierta accesible solamente para tareas de mantenimiento.

El valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal se expresa de la siguiente manera:

$$q_n = \mu * S_k$$

Siendo:

μ : el coeficiente de forma

S_k : el valor característico de la carga de nieve

El **coeficiente de forma** en nuestro caso será de $\mu=1$ porque la cubierta tendrá un 12,5% de inclinación.

El **valor característico de la carga de nieve** se puede obtener a partir de la tabla 15 y de la figura 26.



Figura 27: Mapa de España dividido en zonas de carga de nieve.

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 15: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal.

Al observar la localización geográfica del polígono industrial de L'Alcúdia en la figura 26, se puede afirmar que la nave estará situada en la zona 5, con una altitud respecto del mar de 32m.

Interpolando los datos de la gráfica se obtiene una sobrecarga de nieve en un terreno horizontal de $S_k=0,216\text{kN/m}^2$.

Con esto, el valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal será de $q_n= 0,216\text{kN/m}^2$.

El DBSE-AE marca que se deben tener en cuenta las distribuciones asimétricas de la nieve, debidas al transporte de esta por efecto del viento. Por tanto, se tendrán que definir 3 hipótesis posibles debidas a la nieve:

H1: Los dos faldones tienen el 100% de la carga de nieve.

H2: El lado izquierdo tiene el 50% de la carga de nieve y el derecho el 100%.

H3: El lado izquierdo tiene el 100% de la carga de nieve, mientras que el derecho el 50%.

1.3. Acciones accidentales.

Las acciones accidentales son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es realmente pequeña, pero se tienen en cuenta ya que estas tienen un elevado impacto sobre la estructura. Como ejemplo de este tipo de acciones tenemos las debidas a sismos, incendios o impactos de vehículos.

1.3.1. Sismo

Las acciones debidas al sismo están reguladas en la norma de construcción sismo resistente (NSCE).

Lo primero que se debe tener en cuenta es la clasificación del edificio. En este caso, se tiene un edificio de importancia normal, ya que su destrucción por parte de un terremoto puede ocasionar víctimas, pero nunca podría convertirse en algo catastrófico y tampoco se trata de un servicio imprescindible.

Por otra parte, viendo el mapa sísmico de España se puede apreciar que se está dentro del rango de más de 0.04g, pero menor de 0.08g.



Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica

Figura 28: Mapa de peligrosidad Sísmica.

Con esto, se descarta la aplicación de la norma, ya que, según el código técnico, las edificaciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones y con una aceleración sísmica básica menor de 0.08g, quedan exentos de esta norma.

1.3.2. Incendio

Este apartado se desarrollará más ampliamente en el anexo 3 del presente documento.

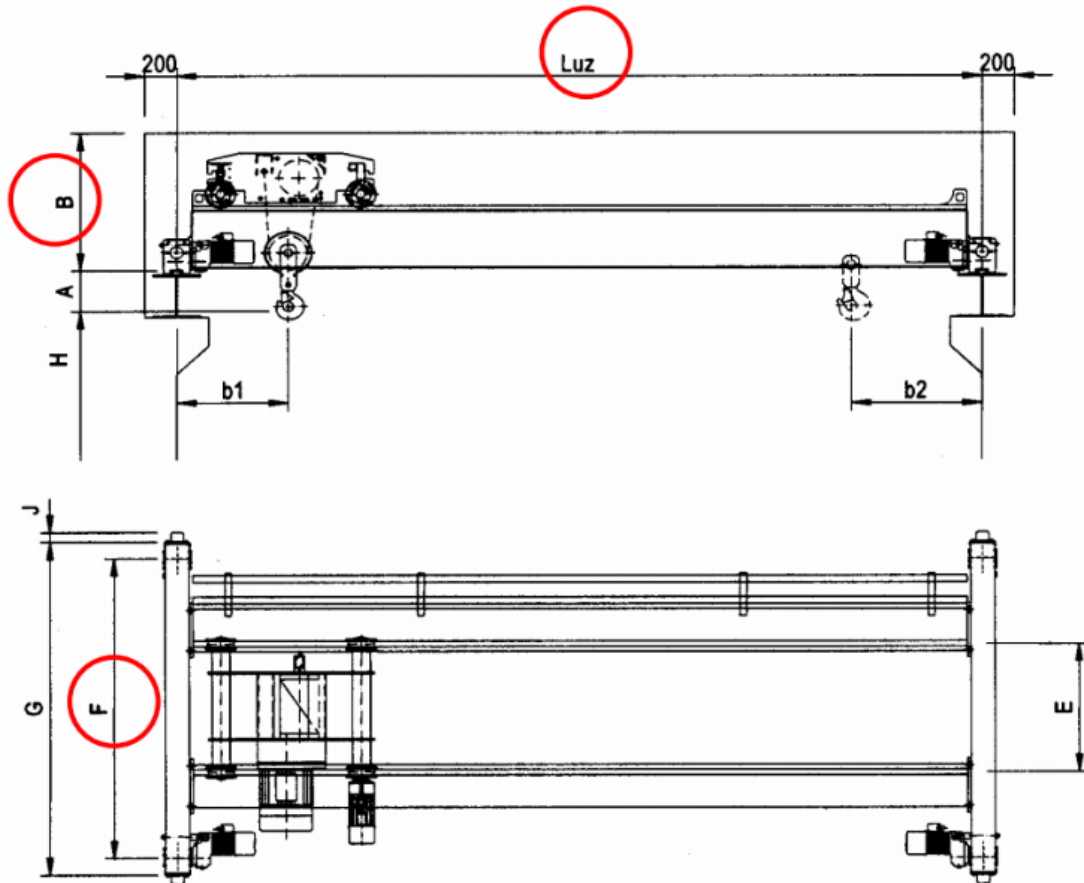
1.3.3. Impacto de vehículos

Según el DB-SE-AE las acciones producidas por impactos de vehículos en el exterior de la estructura, se considerarán cuando lo establezca la ordenanza municipal, y este no es el caso.

Por otra parte, las acciones producidas sobre la estructura por impactos de vehículos desde el interior se considerarán cuando haya una circulación interna, y en este caso no es así, ya que se instalará un puente grúa para el desplazamiento de los materiales, siendo innecesarios los toros mecánicos y la circulación de estos en el interior de la nave.

1.4. Puente grúa

Las acciones debidas al puente grúa no están reflejadas en el CTE, por lo que se tendrán que calcular según las recomendaciones del fabricante. El puente grúa que se instalará en nuestra nave es el puente grúa birrail de 5T de GH, para el cual GH proporciona las siguientes características.



Cap. carga Ko	Carril mm	H m	Vel. Elev. m/min	Polipasto	FEM		Luz mm	Recha 1/X mm	b1 mm	b2 mm	A	B	E	F	G	J	d	RV Max Ko	RV Min Ko	RT Max Ko	RT Min Ko		
					AX	MX					mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
5000	40x30	6,70	4	GHB-4/1	4	5	10500	750	655	620	89	867	1200	2600	2820	70	125	3159	688	418	208		
							-11				967	"	"	"	3367			851	543	319			
							-111				1067	"	"	"	3590			1045	683	443			
							19500				-229	1185	"	"	2865			3867	1303	847	589		
							23000				"	"	"	3100	3365			4396	1816	955	662		
							27000				-329	1285	1500	3600	3865			4825	2222	1059	737		
							30000				-429	1385	1800	4200	4465			5214	2593	1099	751		
							30000				197	957	1200	2600	2820			3300	706	437	217		
	50x30	7,00			GHD-4/2	5/6	10500	712	796			286	"	900	2100	2320	70	125	3255	698	508	291	
												186	1057	"	"	"			3467	856	665	434	
												86	1157	"	"	"			3637	1001	784	541	
												16500	"	"	1200	2600			2820	3721	1060	707	459
												19500	-32	1275	"	"			2865	4000	1316	876	609
												23000	"	"	"	3100			3365	4531	1826	984	682
												27000	-132	1375	1500	3600			3865	4966	2231	1090	759
												30000	-232	1475	1800	4200			4465	5361	2602	1130	772

Tabla 16: Características del puente grúa birrail de 5T de GH.

La primera característica a comprobar es la B (la distancia entre el apoyo del puente grúa en la viga carrilera y la cumbre del pilar), donde el fabricante recomienda dejar 1.285m mínimo, y se ha optado por dejar 1.5m de margen por seguridad.

Como se ha comprobado que el puente grúa seleccionado está dentro de los límites espaciales, pasamos a calcular las cargas que este proporciona a la estructura a través de las ménsulas de apoyo.

Antes de comenzar con el cálculo, se debe tener en cuenta que hay tres posiciones diferentes en las que se puede encontrar el puente grúa, respecto a una ménsula de apoyo:

- 1- Sólo una rueda del puente grúa, en un tramo de viga carrilera que apoya con la ménsula.
- 2- Las dos ruedas del puente grúa, en un tramo de la viga carrilera a un lado de la ménsula de estudio.
- 3- Una rueda del puente grúa apoyada en un tramo de la viga carrilera a un lado de la ménsula, y la otra al otro lado, quedando la ménsula entre las dos ruedas del puente grúa birrail.

Si se hace un estudio de fuerzas de las tres posiciones posibles y se representa en una gráfica se obtiene la figura 29:

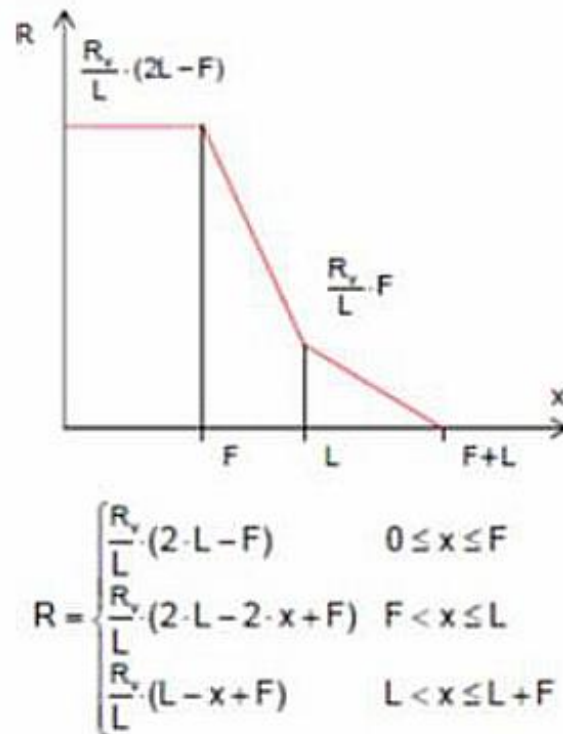


Figura 29: Gráfica de la reacción del puente grúa sobre la ménsula de apoyo según la distancia a esta.

Como se puede observar la posición más desfavorable será cuando la ménsula esté entre las dos ruedas del puente grúa, por lo que estas serán las fuerzas que introduciremos en el programa.

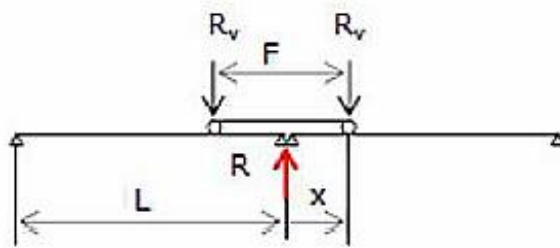


Figura 30: Posición más desfavorable del puente grúa respecto la ménsula de apoyo.

Con todo esto, ya se pueden calcular las reacciones máximas y mínimas que generará el puente grúa sobre la ménsula. Se debe tener en cuenta que las reacciones máximas las soportará la ménsula cuando el carro esté completamente cargado y lo más próximo a esta, teniendo las reacciones mínimas en la ménsula opuesta, es decir, la que se sitúa en el otro extremo del puente grúa. De este modo, se tendrán que introducir en el programa para el cálculo de esfuerzos dos hipótesis de cargas opuestas entre sí e incompatibles.

Las cargas que proporciona el fabricante son por rueda. Con la fórmula que se ha obtenido anteriormente para representar la gráfica, se puede calcular la reacción total máxima, que soportará cada ménsula.

$$\frac{R}{L}(2L - F)$$

$$R_{Vmax}: 6755\text{Kg} = 66,199\text{kN} \quad R_{Vmin}: 3110,8\text{Kg} = 30,486\text{kN}$$

$$R_{Hmax}: 1482,6\text{Kg} = 14,529\text{kN} \quad R_{Hmin}: 1031,8\text{Kg} = 10,112\text{kN}$$

2. Generador de pórticos

En primer lugar, se usará el módulo de Cype generador de pórticos, el cual permite generar pórticos regulares y las acciones que aparecen sobre estos.

Lo primero que pregunta el programa es si se va a diseñar un pórtico a un agua o a dos; en este caso, se seleccionará el pórtico a dos aguas. Seguidamente, aparece una ventana para definir la geometría de la nave y la tipología de la cubierta; en este caso, será de pórtico rígido. La siguiente ventana muestra los datos generales de la obra y donde se introducirá el número de vanos, la crujía, el peso de los cerramientos y la sobrecarga de uso, viento y nieve que sufrirá la estructura.

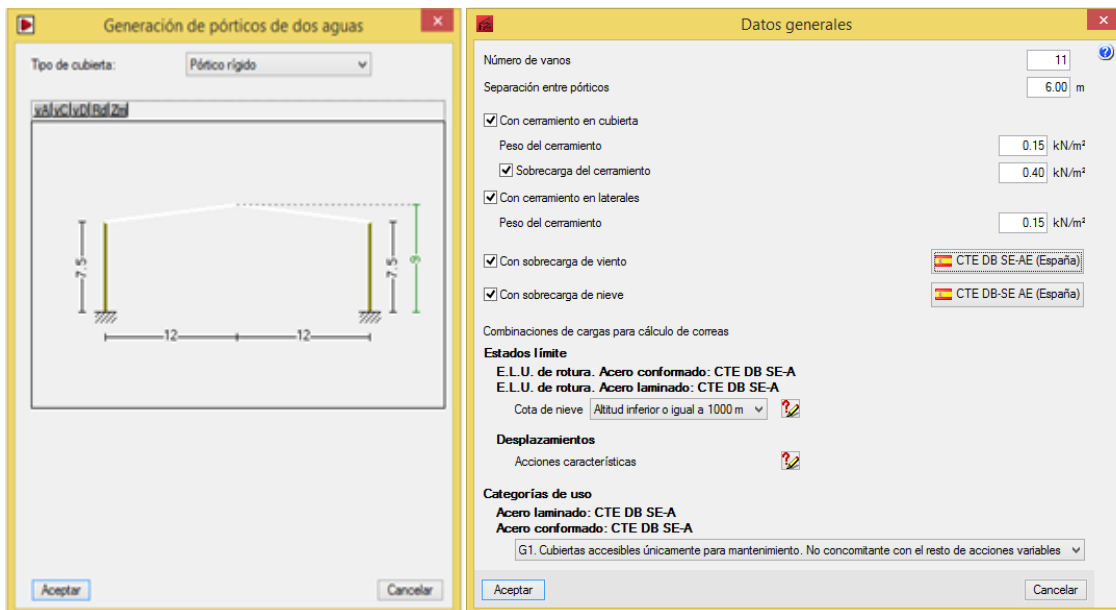


Figura 31: Introducción de la geometría de la nave y datos generales de la obra

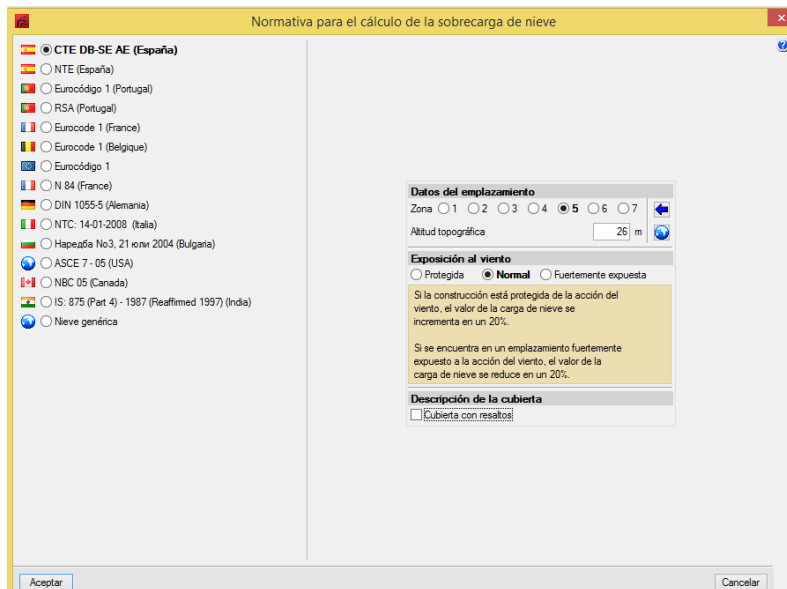


Figura 32: Datos para el cálculo de la sobrecarga de nieve

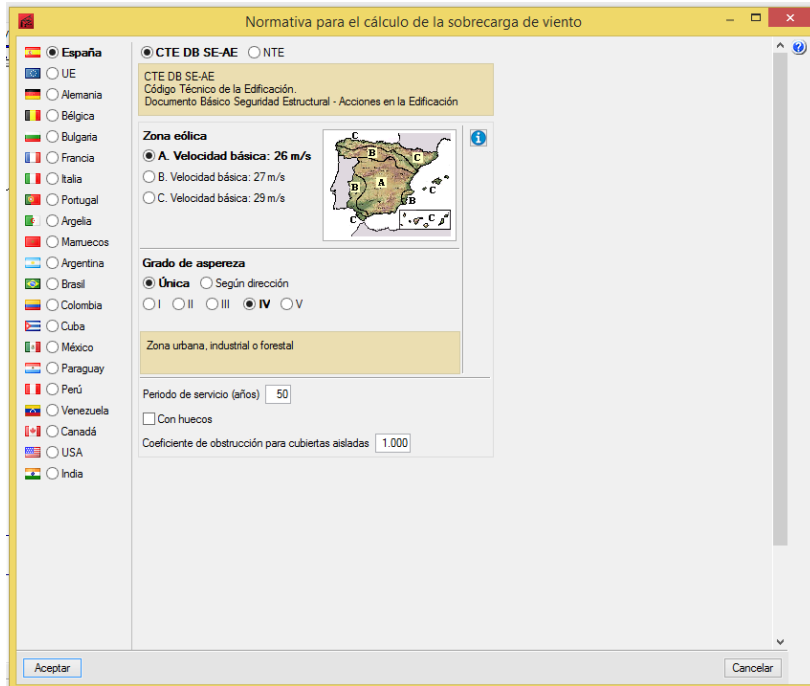


Figura 33: Datos para el cálculo de la sobrecarga de viento.

El siguiente paso, será la definición de las correas laterales y de cubierta. Para este propósito, el programa tiene una opción donde dimensiona las correas según los parámetros que se introducen. Se optará por seleccionar las correas de perfil tipo c, ya que son las óptimas para cubiertas con pendiente menor de 20%. Para usar los mismos perfiles y así abaratar costes, se usarán los mismos perfiles de correas tipo c para la cubierta y los laterales.

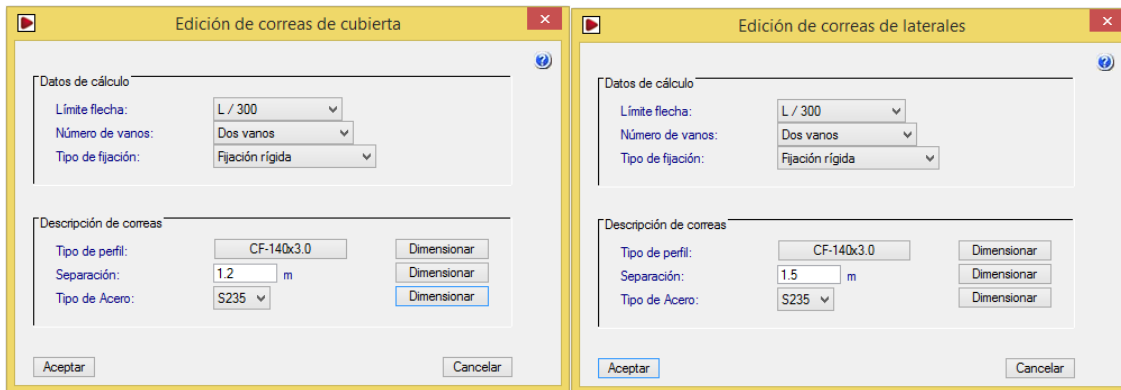


Figura 34: Edición de correas de cubierta y laterales

Con todo esto, ya se puede exportar la nave a Cype 3D y así completar su diseño.

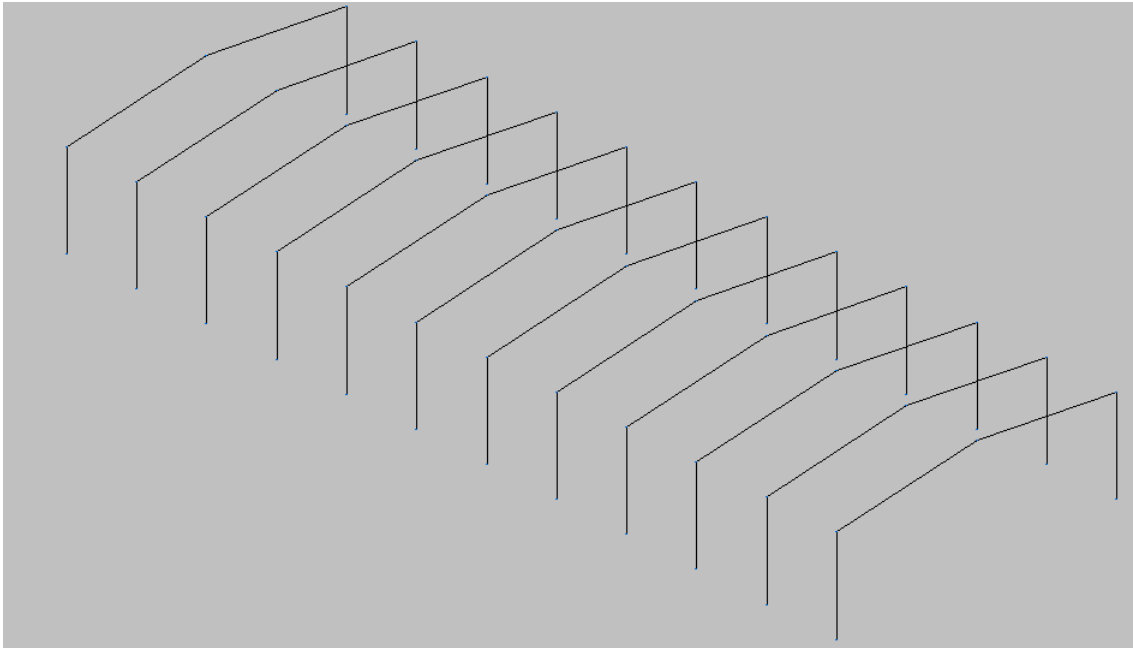


Figura 35: Nave lista para exportar a Cype 3D

3. Cype 3D

Este programa se utiliza para definir por completo la nave y así poder calcular la estructura completa en tres dimensiones. También se deberán añadir las cargas ocasionadas por el puente grúa.

En primer lugar, se indica al programa que las normas a seguir son las del CTE, indicando también que se tiene una cubierta de tipo G1: Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento, y no siendo concomitantes con el resto de cargas variables.

3.1. Introducción de barras

A continuación, se introducirán los elementos restantes para completar la estructura, siendo estos: la viga perimetral, el sistema contraviento de la cubierta, los pilares adicionales en fachada y las cruces de San Andrés, tanto en la fachada lateral como en la frontal. Se asignarán los perfiles que se usarán para la construcción y su orientación.

En este momento, sólo se introducirá el tipo de perfil que se usará en cada elemento, no su tamaño final, ya que cuando se tenga toda la nave definida, el programa calculará el tamaño óptimo, para cumplir con los requisitos del CTE y no sobrepasar así los estados límite marcados por este.

3.1.1. Pórtico interior

Respecto al pórtico interior, el generador de pórticos ya habrá definido completamente el modelo estructural.

El siguiente paso, será comprobar que los perfiles que se le han asignado a cada elemento están dispuestos correctamente.

Se ha optado por un perfil IPE para los pilares, y su disposición óptima será con las alas paralelas a la fachada lateral, ya que es el lado más fuerte del perfil IPE contra el pandeo que genera el viento lateral sobre los pilares.

Para la jácena también se ha optado por un perfil IPE. En este caso, su disposición será con las alas paralelas a la cubierta, colocando el eje fuerte del perfil soportando la flexión de la viga en el plano del pórtico.

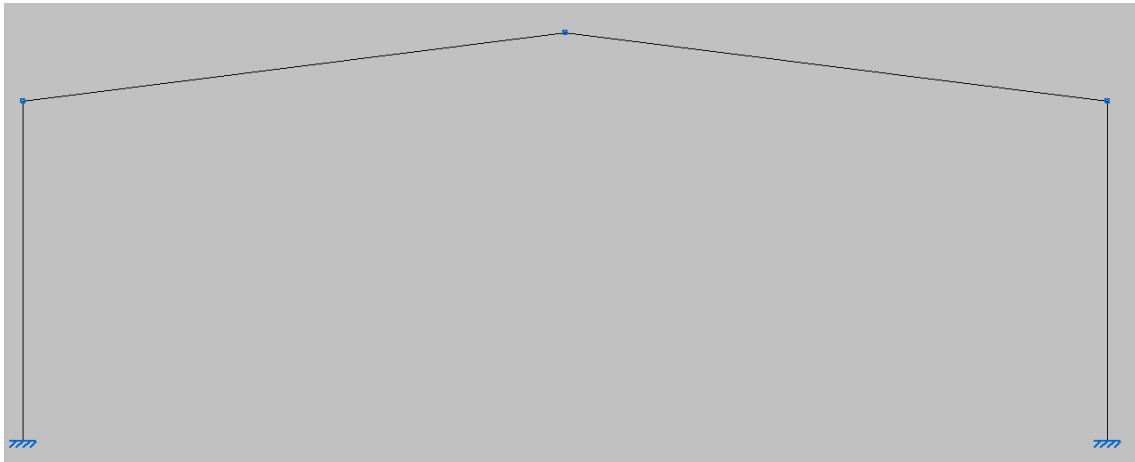


Figura 36: Pórtico interior

3.1.2. Pórtico de fachada

Lo primero que se tendrá que añadir al pórtico de fachada serán los tres pilares centrales, los cuales se encargarán de recibir las cargas generadas por el viento frontal y transmitir las a la cimentación.

Haciendo un rápido dimensionamiento de estos pilares frente al pandeo y teniendo en cuenta que se debe cumplir que la esbeltez reducida sea menor a dos, se puede observar que el perfil necesario para soportar los esfuerzos frente al pandeo es muy grande. Debido a esto, se ha optado por arriostrar estos pilares para así disminuir el perfil necesario.

También se ha optado por definir una barra horizontal, la cual partirá los pilares en dos segmentos, disminuyendo así la longitud de pandeo en el plano del pórtico. Para situar esta barra, se ha usado la fórmula de la esbeltez reducida máxima del segmento superior, igualada a la esbeltez reducida máxima del segmento inferior, consiguiendo así que los dos segmentos sufran por igual los efectos del pandeo.

$$L_i * \beta_i = L_s * \beta_s \quad h = L_i + L_s$$

Mediante esta fórmula se ha obtenido que para que los dos segmentos trabajen por igual, la barra debe estar situada a 3,7m de la cabeza del pilar central.

Estas barras serán articuladas en sus dos extremos. Los segmentos inferiores de los pilares serán empotrados en la base y articulados en el apoyo con las barras horizontales de arriostramiento. Por otra parte, los segmentos superiores de los pilares serán biarticulados en sus dos extremos. La orientación óptima del perfil IPE seleccionado, frente a las acciones del viento frontal, será con las alas de este, paralelas a la fachada frontal.

En cuanto a la jácena de fachada, su disposición y tipo de perfil (IPE) será similar a la del pórtico interior.

Para terminar con el pórtico de fachada, se ha optado por arriostrar los pilares laterales con cruces de San Andrés, para así disminuir la beta de pandeo en el plano del pórtico de fachada y con esto disminuir el perfil del pilar necesario para resistir las cargas producidas por el viento lateral.

Para definir estas cruces correctamente en el segmento superior de los pilares, el programa no deja definirlos directamente como tirantes, ya que no están dispuestas en un rectángulo regular. De este modo, se tendrán que articular los extremos y eliminar el cálculo del pandeo, puesto que se trata tirantes que sólo trabajarán a tracción.

Para definir estas cruces se ha optado por un perfil en L, ya que este trabaja muy bien a tracción. Mientras que para las barras horizontales, se ha optado por perfiles de sección tubular cuadrada.

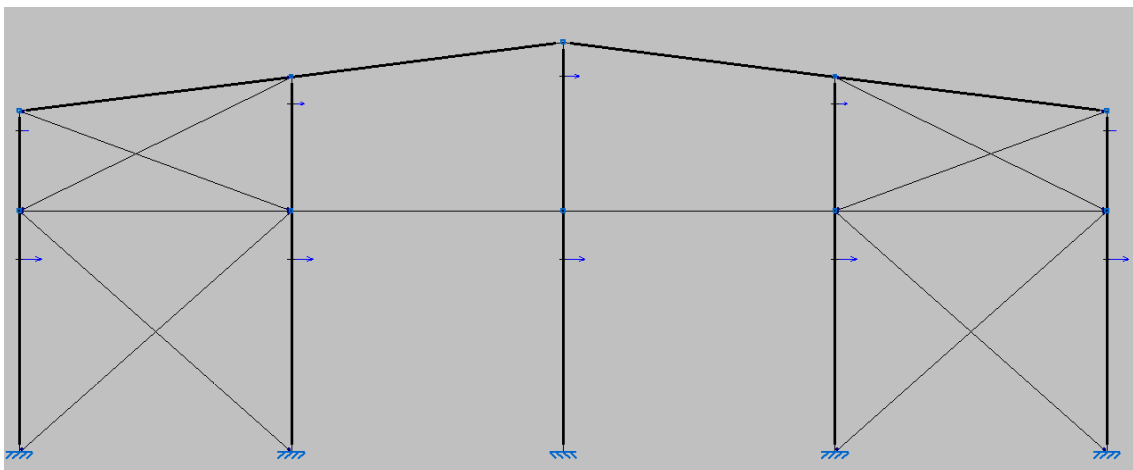


Figura 37: Pórtico de fachada.

3.1.3. Sistema contraviento

El sistema contraviento se compone de tres elementos principales: la viga perimetral, la viga tipo Pratt doble en los faldones de cubierta y las cruces de San Andrés, tanto en la fachada lateral como en la frontal.

En primer lugar, se colocarán las cruces de San Andrés en la fachada lateral, ya que, los de la fachada frontal ya están definidos y colocados. Éstas citadas cruces de san Andrés sí que pueden ser definidas como tirantes y serán también de perfil en L porque trabajan a tracción. Se colocarán en el primer vano, en el último y, también, justo en los vanos de la mitad de la nave, así se asegura un arriostramiento completo en el plano de la fachada lateral.

En segundo lugar, se definirá la viga perimetral que trabaja a tracción, por lo que se ha elegido un perfil IPE. Estas vigas están articuladas en los extremos.

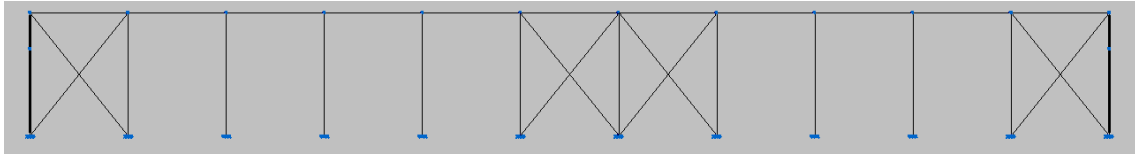


Figura 38: Viga perimetral y Cruz de San Andrés.

En último lugar, se definirá la viga contraviento en la cubierta, la cual es de tipo Pratt doble, para que las diagonales trabajen siempre a tracción y los montantes a compresión. Se han definido las diagonales como tirantes y seleccionado un perfil tipo L. Por otro lado, para los montantes se ha optado por perfiles de sección tubular cuadrada.

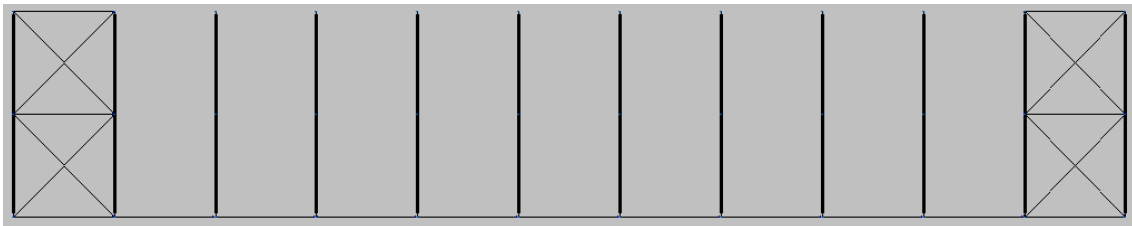


Figura 39: Viga contraviento.

Con todo lo anterior se llega al siguiente modelo estructural:

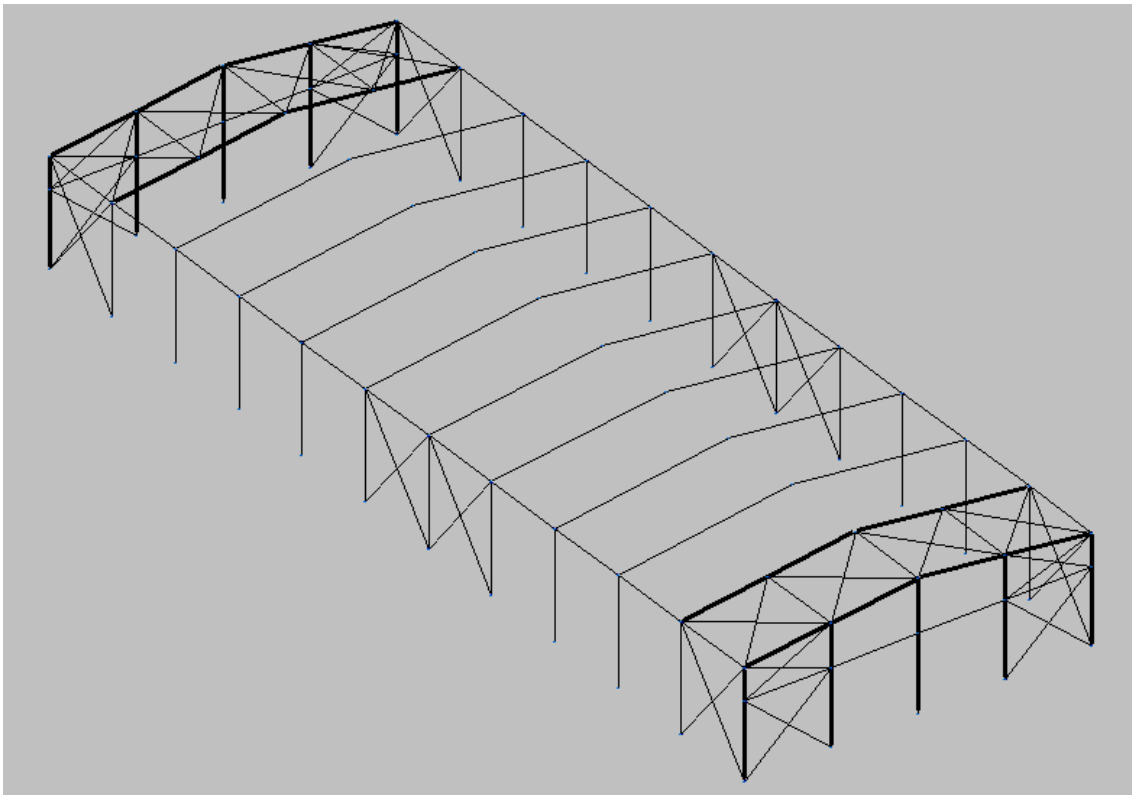


Figura 40: Modelo 3D de la nave industrial.

3.2. Pandeo

Con el modelo estructural definido, se pasará a definir el modelo de pandeo de cada barra de la estructura.

Para definir el modelo de pandeo de cada barra se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- El plano donde se produce el pandeo y la orientación de la barra respecto a este plano.

Existen dos planos en los cuales puede aparecer el pandeo, el plano al que pertenece el pórtico, y su perpendicular.

- Si es una barra única o forma parte de un elemento estructural que trabaja conjuntamente en ese plano.
- Si la barra trabaja solamente a tracción.

Si la barra trabaja solamente a tracción, se anularán los efectos de pandeo en esta.

Para definir la longitud de pandeo, el código técnico facilita una tabla de valores aproximados, respecto al tipo de unión de los extremos de la barra considerada.

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_k	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

Tabla 17: Longitud de pandeo equivalente en función de las uniones en los extremos

3.2.1. Pórtico de fachada

Respecto al pórtico de fachada, se debe tener en cuenta que existen dos tipos de pilares: los exteriores, que soportan esfuerzos tanto del viento frontal como del lateral, y los interiores que solo soportan cargas debidas al viento frontal.

3.2.1.1. Pilares

- Pilares interiores

En el plano del pórtico, la estructura es intraslacional, ya que se ha dotado de cruces de arriostramiento y la barra horizontal al pórtico de fachada.

La parte inferior de los pilares de fachada se toma como una barra empotrada-articulada, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo de 0,7. Mientras que la parte superior se puede considerar como una barra biarticulada, de este modo, se le asignará un coeficiente de pandeo de 1.

En el plano perpendicular al pórtico, también se tiene una estructura intraslacional, ya que la jácena impide el movimiento de la cabeza de pilar en dicho plano.

En este plano, el pilar trabaja como una sola barra en toda su longitud, siendo esta una barra empotrada en la base y articulada en cabeza del pilar. Por tanto, se le asignará una longitud de pandeo equivalente para toda la barra, tanto en la parte superior como en la inferior, de $0,7 \times$ la altura del pilar central. Con lo que la longitud equivalente para este plano será de 6.3m.

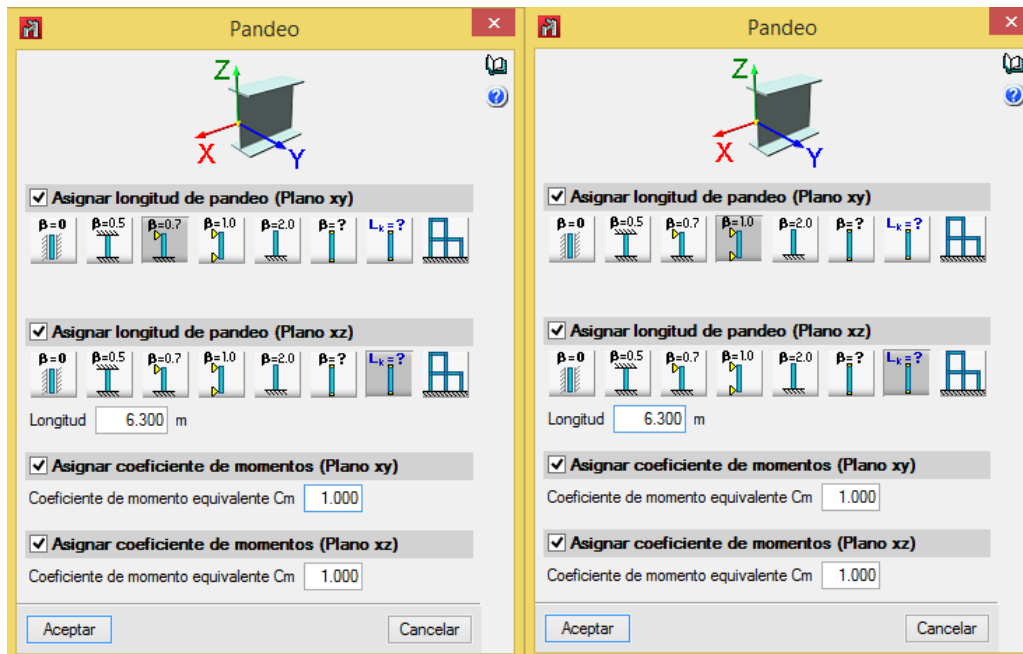


Figura 41: Introducción de Betas de pandeo.

- Pilares exteriores

En el plano del pórtico, los pilares son intraslacionales, ya que los arriostramientos en el pórtico de fachada impiden el desplazamiento de la cabeza del pilar.

Como ocurre en los pilares interiores, la parte inferior de los pilares se toma como una barra empotrada-articulada, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo de 0,7, mientras que la parte superior de estos se puede considerar como una barra biarticulada, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo de 1.

En el plano perpendicular al pórtico, se tiene también una estructura intraslacional, ya que las cruces de San Andrés de la fachada lateral, impiden el movimiento en este plano.

Aquí los pilares se comportan como un elemento único frente al pandeo, y pudiendo considerar que están empotrados a la cimentación y articulados en la cabeza, por lo que se tendrá un coeficiente de pandeo de $0,7 \times$ la altura del pilar. Con esto, la longitud de pandeo será de 5.25m para los dos segmentos del pilar.

3.2.1.2. Jácena

En el plano del pórtico, se tiene un coeficiente de pandeo de 1 debido a que se trata de una barra biempotrada desplazable.

En el plano perpendicular al pórtico, se considera que la jácena tiene impedido el pandeo a causa de las correas, por lo que se asignará un coeficiente de 0.

3.2.1.3. Diagonales de arriostramiento

Como se ha indicado anteriormente, estas diagonales no se han podido definir como tirantes, ya que el programa no lo permite en recuadros irregulares. Aunque su comportamiento sea, en la práctica, como tirantes y por esto se le asigna un coeficiente igual a 0.

3.2.2. Pórtico interior

Para definir al pórtico interior, se puede elegir cualquiera de ellos, ya que todos tienen similares características.

3.2.2.1. Pilares

En el plano del pórtico los pilares son traslacionales, ya que no existe ningún elemento que le impida el desplazamiento. En este caso el programa Cype cuenta con un módulo de cálculo de las longitudes de pandeo, por lo que en este plano se seleccionara la opción de cálculo automático de la beta de pandeo, indicándole a Cype que se trata de un elemento translacional.

En el plano perpendicular al pórtico, se tiene una estructura intraslacional, ya que el movimiento en la cabeza del pilar está impedido por la viga perimetral. Al ser intraslacional y tratarse de un pilar empotrado en la base y articulado en cabeza, se tendrá un coeficiente de pandeo de 0,7, tal y como especifica la norma del código técnico.

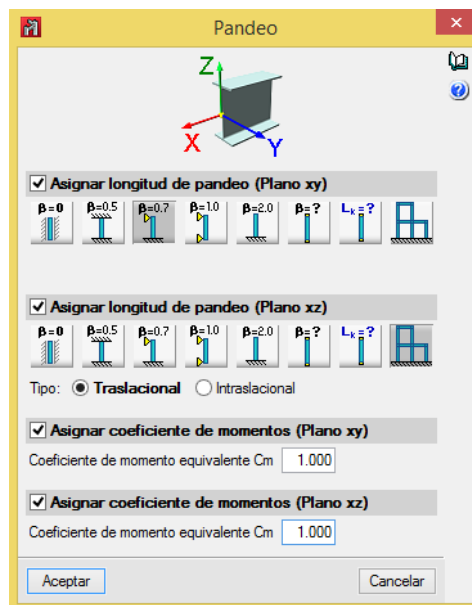


Figura 42: Introducción de Betas de pandeo.

3.2.2.2. Jácena

En el plano del pórtico, la jácena se comporta como una única barra biapoyada, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo de 1. Para indicarle al programa que los dos tramos de la jácena se comportan frente al pandeo como uno solo, habrá que calcular la longitud equivalente de pandeo y asignarla a los dos tramos por igual.

$$L_k = \beta * L$$

La longitud geométrica de una parte de la jácena es de 12,09m, por lo que la longitud equivalente del conjunto de la jácena será de 24,19m.

En el plano perpendicular al pórtico, como ya se ha definido anteriormente, el pandeo estará impedido por las correas de cubierta, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo de 0.

3.2.3. Viga contraviento

Las distintas barras de la viga contraviento se pueden clasificar en dos grupos, según el modo en que trabajan y su disposición: diagonales y montantes.

3.2.3.1. Diagonales

Las diagonales de la viga contraviento son elementos de arriostramiento que trabajan siempre a tracción, por eso se han definido como tirantes, con lo que el programa les asigna un coeficiente de pandeo igual a 0.

3.2.3.2. Montantes

Los montantes por otro lado son elementos de la viga contraviento que trabajan a compresión. Teniendo en cuenta que son barras biempotradas desplazables, se le asignará un coeficiente de pandeo de 1.

3.2.4. Fachada lateral

En la fachada lateral solo quedará definir el coeficiente de pandeo de dos componentes, la viga perimetral y las cruces de San Andrés, ya que los pilares de los pórticos ya se han definido en sus respectivos apartados.

3.2.4.1. Viga perimetral

La viga perimetral es un elemento que trabaja únicamente a tracción, por lo que se le asignará un coeficiente de pandeo igual a 0.

3.2.4.2. Cruz de San Andrés

Las diagonales de arriostramiento lateral o Cruz de San Andrés se han definido anteriormente como tirantes, por lo que el programa ya les ha asignado un coeficiente de 0, para así no considerar el efecto del pandeo.

3.3. Pandeo lateral

El código técnico indica que no es necesaria la comprobación del pandeo lateral, cuando el ala comprimida del elemento a comprobar se arriestra por sí misma de manera continua, por tanto se le indicará al programa que no realice la comprobación del pandeo lateral.

3.4. Flechas y deformaciones.

Por último, se deben definir los desplazamientos máximos permitidos por el código técnico, denominados flecha límite en Cype.

El código técnico define que para los elementos principales, como son los pilares de la nave, se permite una flecha máxima de 1/250 de su longitud.

Por otra parte, el CTE define que para los elementos secundarios, jácena y el resto de elementos que forman la nave, se permite una flecha máxima de 1/300 de su longitud.

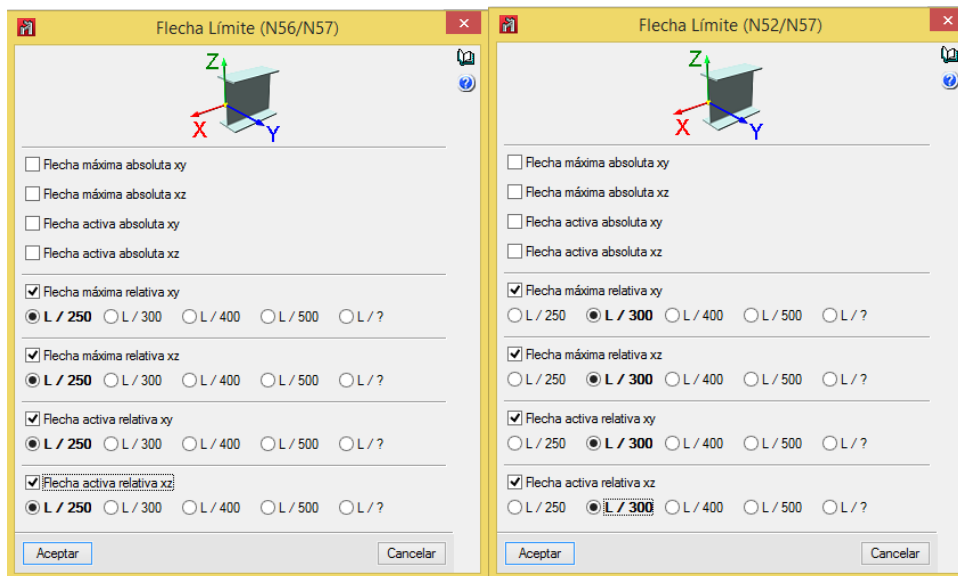


Figura 43: Introducción de Flechas máximas permitidas.

3.5. Modelo de cargas

Anteriormente se han definido todas las cargas que afectan a la nave mediante el generador de pórticos de Cype, exceptuando las cargas debidas al puente grúa que habrá que introducirlas manualmente.

Para ello se tiene que definir una nueva categoría de uso, aparte de la categoría de uso G1 (Cubiertas accesibles solamente para mantenimiento). Dentro de esta nueva categoría de uso, se han de definir dos nuevas hipótesis de cargas, incompatibles entre sí. Cada hipótesis de carga define un estado de carga máxima del puente grúa, la primera introduce las cargas del puente grúa cuando está cargado al máximo, estando el puente grúa situado en el extremo derecho, y contrariamente la otra hipótesis de carga será cuando el puente grúa esté cargado al máximo, y esté situado en el extremo izquierdo. Una vez definidas estas dos hipótesis de carga, se pueden introducir las cargas debidas al puente grúa.

Anteriormente se ha calculado las cargas que generará el puente grúa en la ménsula de apoyo. Como se ha optado por suprimir estas ménsulas en el modelo de cálculo para así simplificarlo, y evitar posibles errores en el programa, se tienen que calcular los esfuerzos que afectarán al pilar, transformando los esfuerzos verticales en los momentos que estos generan sobre los pilares.

Para realizar esta transformación, simplemente se multiplica la fuerza por la longitud de la ménsula de apoyo. Al no conocer la longitud exacta de la ménsula, se multiplicará por una distancia aproximada y cuando se conozcan los perfiles se modificará este valor para obtener los esfuerzos exactos.

$$R_{Vmax} = 66,199\text{kN} \quad R_{Vmin} = 30,486\text{kN}$$

$$R_{Hmax} = 14,529\text{kN} \quad R_{Hmin} = 10,112\text{kN}$$

$$M_{Vmax} = R_{Vmax} \times \text{Longitud} = 66,199\text{kN} \times 0.5\text{m} = 33.100\text{kNm}$$

$$M_{Vmin} = R_{Vmin} \times \text{Longitud} = 30,486\text{kN} \times 0.5\text{m} = 15.243\text{kNm}$$

Estos valores se introducirán en la posición donde debería estar la ménsula de apoyo, es decir a 6.5m en este caso.

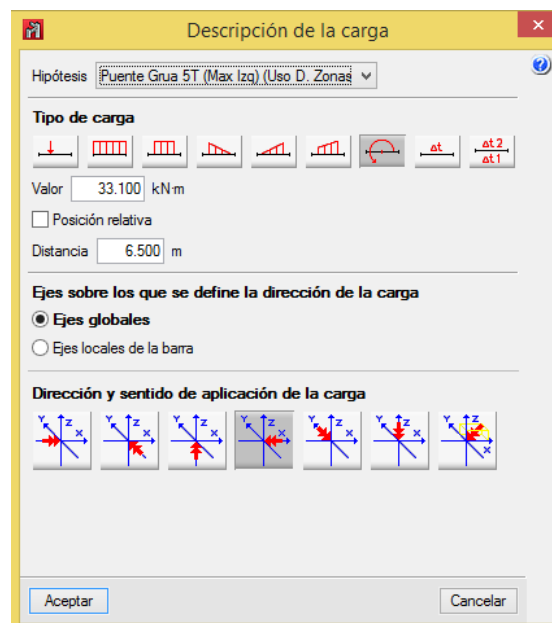


Figura 44: Introducción de cargas debidas al puente grúa.

Con todo lo anterior, ya se puede calcular la estructura aérea, y así empezar a dimensionar las placas de anclaje y la cimentación de la estructura.

El perfil obtenido para los pilares, que resiste los esfuerzos que soportarán, es un IPE500, por lo que ahora ya se puede definir el momento exacto que soportan los pilares debido al puente grúa.

3.6. Uniones

Con la estructura completamente definida y calculada, se pasa a definir los elementos de unión entre los distintos elementos de la estructura. En el programa Cype existe un módulo para generar estas uniones, y calcular sus dimensiones para soportar las cargas y transmitir las entre los distintos elementos de la estructura.

En primer lugar, se definirán tanto los materiales que utilizaremos para estas uniones, como el rango de dimensiones recomendables para las placas de anclaje, según nuestros conocimientos y la disponibilidad en el mercado.

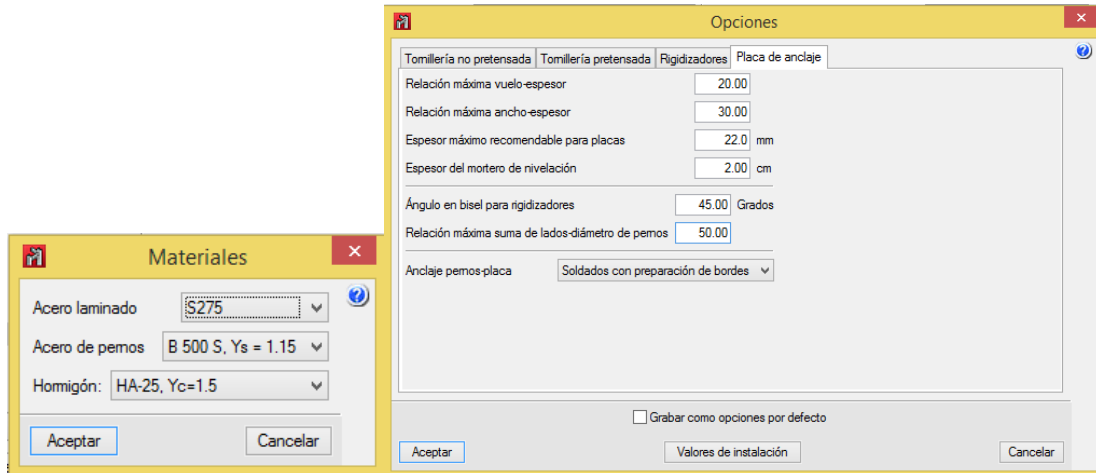


Figura 45: Introducción de las características de las uniones.

Con esto ya se pueden generar las uniones de la estructura, mediante el módulo de uniones.

El resultado son 4 tipos de uniones generadas por el programa:

Tipo 1: son las placas de anclaje del pórtico de fachada, que al tener el mismo perfil en pilares interiores y exteriores se puede usar el mismo tipo de placa de anclaje.

Tipo 2: son las placas de anclaje de los pilares de los pórticos interiores.

Tipo 3: son las uniones soldadas entre las cabezas de pilar, la jácena y la viga perimetral, donde se ha tenido que aumentar el perfil de la viga perimetral a IPE100, por cumplir con los requisitos de soldadura.

Tipo 4: son las uniones soldadas en la cumbrera de la nave, entre las dos jácenas.

Todas las anteriores uniones se dimensionan mediante el Cype para cumplir con el CTE, y así asegurar su resistencia a las sollicitaciones que les afectan, y poder transmitir los esfuerzos que soportan.

3.7. Cimentación

Para la cimentación de este edificio industrial, se ha optado por una configuración a base de zapatas aisladas en cada pilar de la estructura, unidas entre sí con unas vigas de atado.

El programa Cype dispone de un módulo específico para el cálculo de la cimentación, donde el usuario tiene que introducir los elementos que forman la cimentación y su correcta disposición, dejando que el programa dimensione estos elementos para resistir las cargas a las que está sometida la cimentación.

3.7.1. Zapatas

El primer elemento a definir de la cimentación serán las zapatas aisladas de cada pilar. Habrá que definir los materiales que formarán las zapatas, tanto el acero como el hormigón, ya que se usará hormigón armado.

The image shows a software dialog box titled "Datos generales" (General Data) for foundation configuration. It contains several sections:

- Terreno de cimentación** (Foundation Ground):
 - Verificar deslizamiento de zapatas (Check for footing sliding)
 - Adherencia (a) (Adhesion): 0.000 MPa
 - Ángulo de rozamiento terreno-zapata (d) (Soil- footing friction angle): 25.00 grados
 - Situaciones persistentes (Persistent situations): 0.200 MPa
 - Situaciones sísmicas y accidentales (Seismic and accidental situations): 0.300 MPa
- Acciones** (Actions):
 - Considerar combinaciones con viento (Consider wind combinations)
 - Considerar combinaciones con sismo (Consider seismic combinations)
- Hormigón** (Concrete):
 - Tipo (Type): HA-25, Yc=1.5
 - Tamaño máximo de árido (Maximum aggregate size): 30 mm
- Acero** (Steel):
 - Zapatas (Footings): B 500 S, Ys=1.15
 - Encepados (Reinforcement): B 500 S, Ys=1.15
 - Vigas centradoras y de atado (Centering and tie beams): B 500 S, Ys=1.15
- Clase general de exposición** (General exposure class):
 - Radio buttons: I, **IIa**, IIb, IIIa, IIIb, IIIc, IV
 - Corrosión de origen diferente de los cloruros (Corrosion of different origin than chlorides):
 - Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones.
 - Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm.
 - Elementos enterrados o sumergidos.
- Clase específica de exposición (Specific exposure class)

At the bottom, there is a dropdown menu for "Designación del tipo de ambiente" (Environment type designation) and two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Cancelar" (Cancel).

Figura 46: Datos generales de la cimentación

Se ha optado por diseñar las zapatas de forma que estas queden dentro del perímetro interior de la estructura, para así no entorpecer con futuras construcciones o cambios en el exterior de la nave. Por tanto se seleccionará, dentro de las zapatas de hormigón armado, las zapatas rectangulares excéntricas y se definirán siempre hacia el interior de la nave.

3.7.2. Vigas de atado

Los otros elementos a definir en la cimentación son las vigas de atado, las cuales sirven para asegurar que en la estructura no existe movimiento relativo entre los pilares, sino que se mueve como si de una sola pieza se tratase.

El material empleado en estas vigas, será hormigón armado, similar al de las zapatas definidas anteriormente.

Con las zapatas y las vigas de atado definidas, se pueden dimensionar estos elementos a través de Cype, dando como resultado la cimentación representada en la siguiente figura.

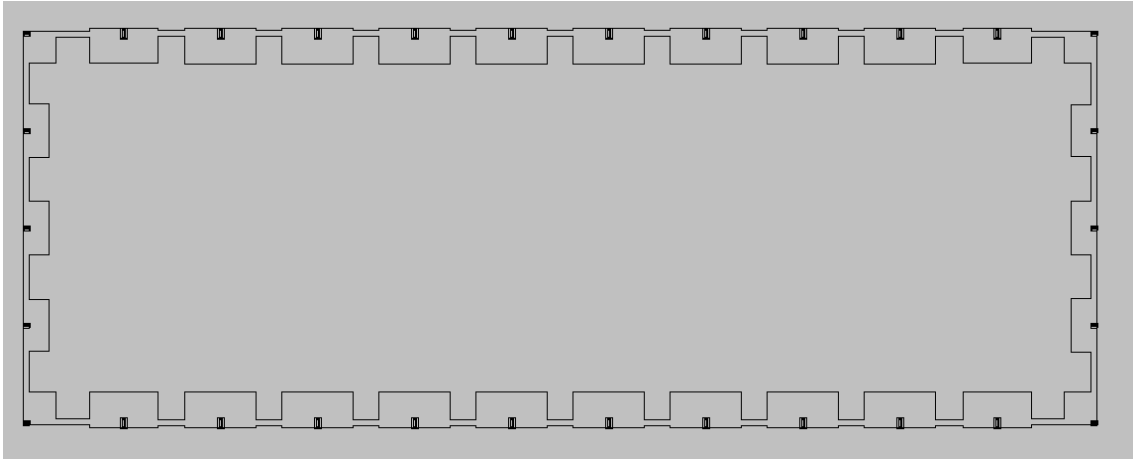


Figura 47: Resultado de la cimentación

4. Bases de cálculo

4.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Acero conformado: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categorías de uso

D. Zonas comerciales

G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

4.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero conformado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

4.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero conformado: CTE DB SE-A

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

5. Resultados

5.1. Pórtico interior

Se ha escogido un pórtico interior aleatorio para la representación de los resultados obtenidos, ya que todos los pórticos interiores reciben cargas similares y por tanto están sometidos a los mismos esfuerzos.

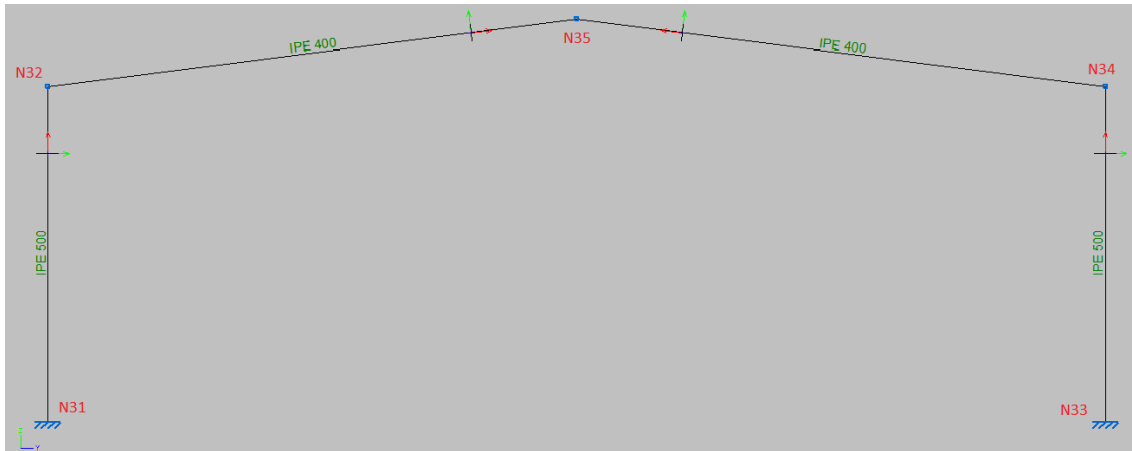


Figura 47: pórtico interior tipo

Geometría

- **Nudos**

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N31	36.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	36.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	36.000	24.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	36.000	24.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	36.000	12.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- **Barras**

Materiales utilizados:

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_v	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_v: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

Descripción:

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	Longitud			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{sup.}$ (m)	$Lb_{inf.}$ (m)
Tipo	Designación					Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N31/N32	N31/N32	IPE 500 (IPE)	500	-	7.329	0.171	0.70	1.31	-	-
		N32/N35	N32/N35	IPE 400 (IPE)	400	0.252	11.841	-	0.00	2.00	-	-
		N34/N35	N34/N35	IPE 400 (IPE)	400	0.252	11.841	-	0.00	2.00	-	-
		N33/N34	N33/N34	IPE 500 (IPE)	500	-	7.329	0.171	0.70	1.31	-	-
Notación: <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>$Lb_{sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>$Lb_{inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i>												

Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N31/N32 y N33/N34
2	N32/N35 y N34/N35

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 500, (IPE)	116.00	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.30
		2	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10
Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i>									

Resultados

• Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

– G: Sólo gravitatorias

– GV: Gravitatorias + viento

– GS: Gravitatorias + sismo

– GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N31/N32	44.69	7.329	-74.861	0.000	-57.153	0.00	238.85	0.00	G	Cumple
N32/N35	82.86	0.252	-65.670	0.000	-66.100	0.00	-232.16	0.00	G	Cumple
N34/N35	82.86	0.252	-65.670	0.000	-66.100	0.00	-232.16	0.00	G	Cumple
N33/N34	44.69	7.329	-74.861	0.000	57.153	0.00	-238.85	0.00	G	Cumple

• Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N31/N32	7.329	5.60	7.329	22.58	7.329	11.13	7.329	38.94
	7.329	L/(>1000)	7.329	L/324.6	7.329	L/(>1000)	7.329	L/325.1
N32/N35	5.329	0.00	7.697	16.83	5.329	0.00	7.105	22.96
	-	L/(>1000)	7.697	L/624.0	-	L/(>1000)	7.697	L/625.7
N34/N35	5.329	0.00	7.697	16.83	5.329	0.00	7.105	22.96
	-	L/(>1000)	7.697	L/624.0	-	L/(>1000)	7.697	L/625.7
N33/N34	7.329	5.60	7.329	22.58	7.329	11.13	7.329	38.94
	7.329	L/(>1000)	7.329	L/324.6	7.329	L/(>1000)	7.329	L/325.1

• **Comprobaciones ELU**

Pilar Pórtico interior

Barra N31/N32

Perfil: IPE 500 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N31	N32	7.500	116.00	48200.00	2142.00	89.30
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	0.70	1.31	0.00	0.00		
L _K	5.250	9.843	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 159.27 m-1 Temperatura máx. de la barra: 341.0 °C Pintura intumescente: 1.0 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N31/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.329 m η = 1.0	x: 0 m η = 8.4	x: 0 m η = 42.0	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 7.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.329 m η = 44.7	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 44.7
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N31/N32	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 5.3	x: 0 m η = 26.5	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 4.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 28.2		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.37** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

Clase : 4

A_{ef} : 109.14 cm²

f_y : 275.00 MPa

N_{cr} : 1610.72 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 10312.08 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1610.72 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 48200.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2142.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 89.30 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 1249000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 9.843 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 5.250 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 20.83 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 20.38 cm

i_z : 4.30 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$45.88 \leq 279.81 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>468.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.20</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>47.74</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>32.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.329 m del nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(0°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{29.84} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{3038.10} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>116.00</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.084} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{94.98} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2858.40} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{109.14} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{1134.26} \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{109.14} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.91}$$

$$\chi_z : \underline{0.40}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{0.68}$$

$$\phi_z : \underline{1.63}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.54}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.37}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1610.72} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>10312.08</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>1610.72</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.420} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{183.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{241.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{574.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase:** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,v}$: 2194.00 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{88.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{336.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.071} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{64.35} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{912.59} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{60.35} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.20} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$41.76 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 41.76

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.28 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 1032.23 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 68.26 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 116.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 468.00 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : 10.20 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo}** : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$64.35 \text{ kN} \leq 456.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 64.35 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 912.59 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$0.28 \text{ kN} \leq 516.11 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.28 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 1032.23 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.440} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.447} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.317} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 7.329 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{74.86} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{238.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{3038.10} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{574.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{88.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2194.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{336.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.09}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.91}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua}5T(\text{MaxIzq})(D) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$64.35 \text{ kN} \leq 456.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{64.35} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{912.59} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $PP+0.6 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D)+0.2 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 41.82 \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : 2180.60 \text{ kN}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 109.14 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 199.80 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 199.80 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.73

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} : 790.42 \text{ kN}$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 109.14 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 199.80 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 199.80 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.73

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_v : \underline{0.82}$$

$$\chi_z : \underline{0.36}$$

$$\phi_v : \underline{0.73}$$

$$\phi_z : \underline{1.72}$$

$$\alpha_v : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.54}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.37}$$

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.00}$$

$$N_{cr} : \underline{1610.72} \text{ kN}$$

$$N_{cr,v} : \underline{10312.08} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{1610.72} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.265} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{32.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{115.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{438.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2194.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{199.80} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 199.80 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.73

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.010 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.69 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.70 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 67.13 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 336.00 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 199.80 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 199.80 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.73</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.044} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{30.47} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{696.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{60.35} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{500.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.20} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{199.80} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{199.80} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,\theta} : \underline{0.73}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$41.76 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltéz del alma.} \quad \lambda_w : \underline{41.76}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltéz máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

$$V_{\text{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{\text{Ed}} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{787.46} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{68.26} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{468.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.20} \text{ mm}$$

$$f_{\text{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{\text{vd}} : \underline{199.80} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,0}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,0} : \underline{199.80} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.73
 $\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

30.47 kN ≤ 348.09 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 30.47 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 696.19 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.09 kN ≤ 393.73 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.09 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 787.46 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.278 ✓

η : 0.282 ✓

$$\eta : \underline{0.197} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+0.6·PuentesGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : $\underline{29.98}$ kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : $\underline{115.98}$ kN·m M_{z,Ed} : $\underline{0.02}$ kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : $\underline{1}$
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : $\underline{2317.69}$ kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : $\underline{438.36}$ kN·m M_{pl,Rd,z} : $\underline{67.13}$ kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : $\underline{116.00}$ cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : $\underline{2194.00}$ cm ³ W_{pl,z} : $\underline{336.00}$ cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : $\underline{199.80}$ MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : $\underline{199.80}$ MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{275.00}$ MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : $\underline{0.73}$
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : $\underline{1.00}$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.01}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.05}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\mathbf{C}_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.35}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.41}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{\quad}$$
$$\alpha_z : \frac{0.60}{\quad}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

$$30.47 \text{ kN} \leq 348.09 \text{ kN}$$



Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{30.47}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{696.19}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Jácena pórtico interior

Barra N32/N35

Perfil: IPE 400							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N32	N35	12.093	84.50	23130.00	1318.00	51.10
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		0.00	2.00	0.00	0.00	
	L _K		0.000	24.190	0.000	0.000	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30							
Factor de forma: 186.27 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 634.5 °C							
Pintura intumescente: 0.4 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N32/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 12.093 m η = 1.5	x: 0.252 m η = 9.7	x: 0.252 m η = 67.8	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.252 m η = 10.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.252 m η = 82.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 82.9
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N32/N35	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.252 m η = 15.3	x: 0.252 m η = 62.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.252 m η = 8.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.252 m η = 85.0	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE η = 85.0		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.68** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 84.50 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 819.26 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 819.26 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 23130.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 1318.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 51.10 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 490000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 24.190 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 17.01 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 16.54 cm

i_z : 3.95 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$43.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>373.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>32.08</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>24.30</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{34.03} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>84.50</u> cm ²
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{65.67} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{673.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_v} : \underline{0.30}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{2.07}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_v} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.68}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{819.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{819.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.678} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{97.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{232.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{342.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{66.10} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{42.73} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_v}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_v} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\mathbf{38.49} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{38.49}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 235.00 MPa
 f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$66.10 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 66.10 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 646.14 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.708} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.829} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.468} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 65.67 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{232.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{342.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{229.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.30}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.68}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$66.10 \text{ kN} \leq 323.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{66.10} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{646.14} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.153} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.2·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{24.17} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{898.77} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{106.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 106.36 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.39

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 158.12 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 106.36 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 106.36 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.39

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.18

Siendo:

ϕ_y : 3.24

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 2.13

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta}$: 1.26

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 819.26 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 819.26 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.621} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones $PP+0.6\cdot\text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D)+0.2\cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{86.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{139.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{106.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{106.36} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.39}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.2·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{23.29} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{262.41} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{42.73} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{106.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{106.36} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.39}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\mathbf{38.49} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{38.49}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

23.29 kN ≤ 131.20 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.2·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 23.29 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 262.41 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.648 ✓

η : 0.850 ✓

η : 0.445 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.252 m del nudo N32, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenGrua5T(MaxIzq)(D)+0.2·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	N_{c,Ed} : <u>24.17</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^{ésimos} , según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>86.30</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>898.77</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>139.02</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>24.36</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>84.50</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>1307.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>229.00</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>106.36</u> MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 106.36 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.39

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.12

k_z : 1.00

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente. **C_{m,y}** : 1.00
C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : 0.18
χ_z : 1.00

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **λ̄_y** : 2.13
λ̄_z : 0.00

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. **α_y** : 0.60
α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.6 \cdot \text{Puen}teGrua5T(\text{MaxI}zq)(D)+0.2 \cdot N(EI)$.

$$23.29 \text{ kN} \leq 131.20 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$	<u>23.29</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$	<u>262.41</u>	kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.2. Pórtico de fachada

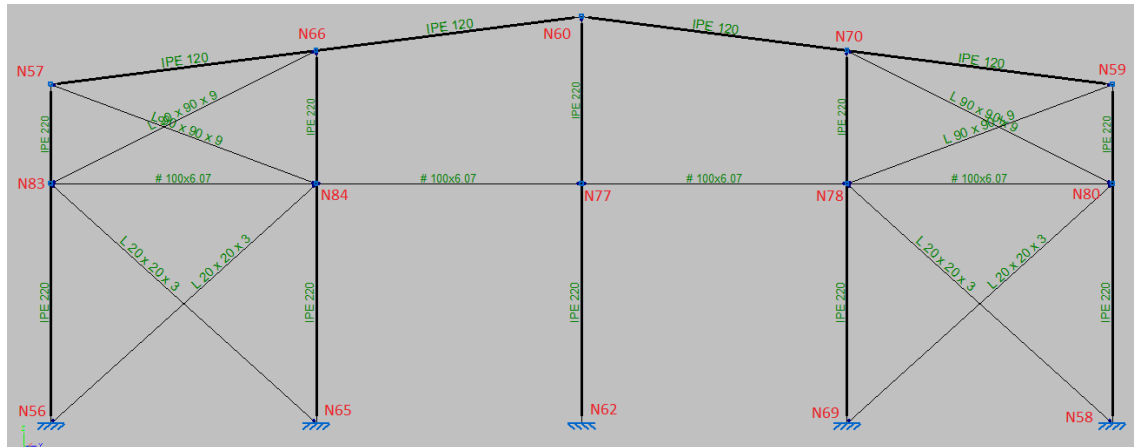


Figura 48: Pórtico de fachada

Geometría

- **Nudos**

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Nota: En la imagen original, el símbolo de coacción para los nudos N56, N57, N58, N59, N62, N65, N69, N77, N78, N83 y N84 es 'X' en las columnas de desplazamiento y giro, y 'Empotrado' en la columna de vinculación interior.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N56	66.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N57	66.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N58	66.000	24.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N59	66.000	24.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	66.000	12.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	66.000	12.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N65	66.000	6.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N66	66.000	6.000	8.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	66.000	18.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N70	66.000	18.000	8.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N77	66.000	12.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N78	66.000	18.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N80	66.000	24.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N83	66.000	0.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N84	66.000	6.000	5.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- Barras

Materiales utilizados:

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	80769.23	235.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_v : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

Descripción:

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup} (m)	Lb _{Inf} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N56/N83	N56/N57	IPe 220 (IPE)	-	5.300	-	0.70	0.99	-	-
		N83/N57	N56/N57	IPe 220 (IPE)	-	2.139	0.061	1.00	2.39	-	-
		N57/N66	N57/N60	IPe 120 (IPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N66/N60	N57/N60	IPe 120 (IPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N59/N70	N59/N60	IPe 120 (IPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N70/N60	N59/N60	IPe 120 (IPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N62/N77	N62/N60	IPe 220 (IPE)	-	5.300	-	0.70	1.19	-	-
		N77/N60	N62/N60	IPe 220 (IPE)	-	3.639	0.061	1.00	1.70	-	-
		N65/N84	N65/N66	IPe 220 (IPE)	-	5.300	-	0.70	1.19	-	-
		N84/N66	N65/N66	IPe 220 (IPE)	-	2.889	0.061	1.00	2.14	-	-
		N69/N78	N69/N70	IPe 220 (IPE)	-	5.300	-	0.70	1.19	-	-
		N78/N70	N69/N70	IPe 220 (IPE)	-	2.889	0.061	1.00	2.14	-	-
		N58/N80	N58/N59	IPe 220 (IPE)	-	5.300	-	0.70	0.99	-	-
		N80/N59	N58/N59	IPe 220 (IPE)	-	2.139	0.061	1.00	2.39	-	-
		N84/N57	N84/N57	L 90 x 90 x 9 (L)	-	6.260	0.131	0.00	0.00	-	-
		N83/N66	N83/N66	L 90 x 90 x 9 (L)	-	6.502	0.184	0.00	0.00	-	-
		N65/N83	N65/N83	L 20 x 20 x 3 (L)	-	8.006	-	0.00	0.00	-	-
		N56/N84	N56/N84	L 20 x 20 x 3 (L)	-	8.006	-	0.00	0.00	-	-
		N80/N70	N80/N70	L 90 x 90 x 9 (L)	-	6.502	0.184	0.00	0.00	-	-
		N78/N59	N78/N59	L 90 x 90 x 9 (L)	-	6.260	0.131	0.00	0.00	-	-
N58/N78	N58/N78	L 20 x 20 x 3 (L)	-	8.006	-	0.00	0.00	-	-		

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{sup} (m)	Lb _{inf} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N69/N80	N69/N80	L 20 x 20 x 3 (L)	-	8.006	-	0.00	0.00	-	-
Acero conformado	S235	N77/N78	N77/N78	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N78/N80	N78/N80	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N83/N84	N83/N84	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N84/N77	N84/N77	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{sup} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{inf} : Separación entre arriostramientos del ala inferior											

Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
3	N56/N57, N62/N60, N65/N66, N69/N70 y N58/N59
4	N57/N60 y N59/N60
6	N65/N83, N56/N84, N58/N78 y N69/N80
8	N84/N57, N83/N66, N80/N70 y N78/N59
9	N77/N78, N78/N80, N83/N84 y N84/N77

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	3	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		4	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.74
		6	L 20 x 20 x 3, (L)	1.12	0.51	0.51	0.39	0.39	0.03
		8	L 90 x 90 x 9, (L)	15.50	7.29	7.29	115.80	115.80	4.16
Acero conformado	S235	9	# 100x6.07, (#)	7.73	3.27	3.27	122.91	122.91	190.55
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Resultados

• Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N56/N83	95.60	0.000	-8.098	-10.766	11.219	0.00	19.40	-10.45	GV	Cumple
N83/N57	49.64	0.000	5.428	-4.989	-3.258	0.00	-8.01	-5.83	GV	Cumple
N57/N66	75.07	5.996	-12.127	-0.173	-9.421	0.00	9.46	0.17	GV	Cumple
N66/N60	76.44	0.051	-7.816	0.626	8.351	0.00	9.21	0.58	GV	Cumple
N59/N70	75.07	5.996	-12.127	0.173	-9.421	0.00	9.46	-0.17	GV	Cumple
N70/N60	76.44	0.051	-7.816	-0.626	8.351	0.00	9.21	-0.58	GV	Cumple
N62/N77	82.89	0.000	-20.821	0.185	-29.581	0.00	-56.70	0.58	GV	Cumple
N77/N60	42.60	0.202	-15.944	-0.145	-0.695	0.00	27.99	-0.50	GV	Cumple
N65/N84	80.36	0.000	-46.689	0.274	-29.103	0.00	-49.84	0.84	GV	Cumple
N84/N66	39.06	0.000	-17.656	-0.210	3.633	0.00	24.67	-0.61	GV	Cumple
N69/N78	80.36	0.000	-46.689	-0.274	-29.103	0.00	-49.84	-0.84	GV	Cumple
N78/N70	39.06	0.000	-17.656	0.210	3.633	0.00	24.67	0.61	GV	Cumple
N58/N80	95.60	0.000	-8.098	10.766	11.219	0.00	19.40	10.45	GV	Cumple
N80/N59	49.64	0.000	5.428	4.989	-3.258	0.00	-8.01	5.83	GV	Cumple
N77/N78	11.72	3.000	7.957	0.000	0.000	0.00	0.36	0.00	GV	Cumple
N78/N80	32.41	3.000	-11.563	0.000	0.000	0.00	0.36	0.00	GV	Cumple
N83/N84	32.41	3.000	-11.563	0.000	0.000	0.00	0.36	0.00	GV	Cumple
N84/N77	11.72	3.000	7.957	0.000	0.000	0.00	0.36	0.00	GV	Cumple
N84/N57	62.85	3.130	9.203	-0.084	0.040	0.00	1.54	-3.72	GV	Cumple
N83/N66	88.18	3.251	-7.588	-0.067	-0.041	0.00	1.89	5.60	GV	Cumple
N65/N83	91.59	0.000	26.866	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N56/N84	87.78	0.000	25.749	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N80/N70	88.18	3.251	-7.588	0.067	-0.041	0.00	1.89	-5.60	GV	Cumple
N78/N59	62.85	3.130	9.203	0.084	0.040	0.00	1.54	3.72	GV	Cumple
N58/N78	87.78	0.000	25.749	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N69/N80	91.59	0.000	26.866	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

- **Flechas**

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N56/N57	2.981	17.59	4.637	8.90	2.981	32.61	4.969	17.04
	2.981	L/423.0	4.637	L/835.6	2.981	L/427.9	4.637	L/838.3
N57/N60	2.972	9.66	2.675	19.30	2.972	16.18	2.675	32.93
	2.972	L/(>1000)	2.675	L/305.0	2.972	L/(>1000)	2.675	L/307.4
N59/N60	2.972	9.66	2.675	19.30	2.972	16.18	2.675	32.93
	2.972	L/(>1000)	2.675	L/305.0	2.972	L/(>1000)	2.675	L/307.4
N62/N60	7.119	10.03	6.715	32.13	7.119	20.06	6.109	59.18
	7.119	L/891.4	6.715	L/278.2	7.119	L/891.4	8.535	L/312.7
N65/N66	6.744	9.83	6.125	22.19	6.744	19.23	5.713	42.51
	6.744	L/832.9	6.125	L/369.0	6.744	L/833.4	5.713	L/402.9
N69/N70	6.744	9.83	6.125	22.19	6.744	19.23	5.713	42.51
	6.744	L/832.9	6.125	L/369.0	6.744	L/833.4	5.713	L/402.9
N58/N59	2.981	17.59	4.637	8.90	2.981	32.61	4.969	17.04
	2.981	L/423.0	4.637	L/835.6	2.981	L/427.9	4.637	L/838.3
N77/N78	4.875	0.00	3.000	3.90	3.000	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N78/N80	4.125	0.00	3.000	3.90	4.125	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N83/N84	4.500	0.00	3.000	3.90	4.500	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N84/N77	5.250	0.00	3.000	3.90	4.875	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N84/N57	3.130	81.67	3.130	67.26	3.130	107.77	3.130	63.39
	3.130	L/76.6	3.130	L/93.1	3.130	L/97.2	3.130	L/98.7
N83/N66	3.251	92.23	3.251	79.78	3.251	173.79	3.251	102.23
	3.251	L/70.5	3.251	L/81.5	3.251	L/76.0	3.251	L/93.1
N65/N83	5.504	0.00	5.004	0.00	5.504	0.00	7.005	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N56/N84	7.505	0.00	6.505	0.00	7.505	0.00	6.505	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N80/N70	3.251	127.47	3.251	100.51	3.251	173.79	3.251	102.23
	3.251	L/51.0	3.251	L/64.7	3.251	L/62.2	3.251	L/65.8
N78/N59	3.130	60.68	3.130	54.92	3.130	107.77	3.130	63.39
	3.130	L/103.2	3.130	L/114.0	3.130	L/105.4	3.130	L/134.8
N58/N78	7.505	0.00	7.005	0.00	7.505	0.00	7.005	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N69/N80	7.505	0.00	7.005	0.00	7.505	0.00	7.005	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

• **Comprobaciones ELU**

Pilar exterior (Tramo inferior)

Barra N56/N83

Perfil: IPE 220 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N56	N83	5.300	33.40	2772.00	205.00	9.07
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.70	0.99	0.00	0.00	
L _K		3.710	5.250	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 270.18 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 626.0 °C						
Pintura intumescente: 0.6 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{w1}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N56/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,máx}$ Cumple	x: 5.3 m η = 1.6	x: 0 m η = 20.7	x: 0 m η = 37.0	x: 0 m η = 69.1	x: 0 m η = 7.4	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 95.6	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.9	CUMPLE η = 95.6
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N56/N83	x: 5.3 m η = 0.2	x: 0 m η = 39.1	x: 0 m η = 29.0	x: 0 m η = 53.2	x: 0 m η = 5.7	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 97.4	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 3.6	x: 0 m η = 2.5	CUMPLE η = 97.4		
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.72** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 33.40 cm²
f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 275.00 MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 308.69 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 2084.46 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 308.69 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 2772.00 cm⁴
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 205.00 cm⁴
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 9.07 cm⁴
I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 22700.00 cm⁶
E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa
G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 5.250 m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 3.710 m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt} :** 0.000 m
i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i₀ :** 9.44 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y :** 9.11 cm
i_z : 2.48 cm
y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y₀ :** 0.00 mm
z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
 (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$34.17 \leq 248.36 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>201.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.90</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>11.89</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>10.12</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{14.16} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{33.40} \text{ cm}^2 \\ f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.056} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.207} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{49.05} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} : \underline{237.26} \text{ kN}$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.86

χ_z : 0.27

Siendo:

φ_y : 0.77

φ_z : 2.25

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_y : 0.66

λ̄_z : 1.72

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 308.69 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{2084.46} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{308.69} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.370} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{19.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{27.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.691} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{10.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.074} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{17.69} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{240.59} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{15.91} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 30.10

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 10.80 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 325.19 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 21.51 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 33.40 cm²

d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

d : 201.60 mm
t_w : 5.90 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$17.69 \text{ kN} \leq 120.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 17.69 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 240.59 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$10.80 \text{ kN} \leq 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
0.8·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 10.80 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 325.19 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.956} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.704} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.910} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N56, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo.

$$N_{c,Ed} : \underline{8.10} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg \acute{u} n los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{19.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{10.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la secci3n, seg \acute{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Articulo 6.3.4.2)

A: 3rea de la secci3n bruta.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacci3n.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.05}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.86}$$

$$\chi_z : \underline{0.27}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.66}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.72}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la secci3n.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$17.69 \text{ kN} \leq 120.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{17.69} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{240.59} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{1.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N56, para la combinaci3n de acciones
1.35·PP+1.5·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.9·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. $V_{Ed} : \underline{6.74} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{240.53} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo. $V_{pl,Rd} : \underline{240.59} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsi3n. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : M3dulo de resistencia a torsi3n. $W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de c \acute{a} lculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : L \acute{i} mite el \acute{a} stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Art \acute{i} culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c \acute{a} lculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N56, para la combinaci3n de acciones
1.35·PP+1.5·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.9·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. $V_{Ed} : \underline{6.23} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{325.11} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo. $V_{pl,Rd} : \underline{325.19} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsi3n. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : <u>9.86</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>0.78</u> kN
--	-----------------------------

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{374.60} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>33.40</u> cm ²
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>112.16</u> MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: <u>112.16</u> MPa
--	------------------------------------

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
---	---------------------------

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.41</u>
---	------------------------------

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>
--	-----------------------------------

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.067} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.391} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{25.01} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{374.60} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.41}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{63.98} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{vd}} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.41}$$

elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.64}$

$\chi_z : \underline{0.17}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{1.00}$

$\phi_z : \underline{3.33}$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : \underline{0.49}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.83}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{2.17}$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.26}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr} : \underline{308.69}$ kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y} : \underline{2084.46}$ kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z} : \underline{308.69}$ kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.290}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : \underline{6.50}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : \underline{9.28}$ kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : \underline{31.96}$ kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de

Clase : 1

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.532} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{6.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 112.16 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.41

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.057 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.92 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 103.03 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 15.91 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 220.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.90 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 112.16 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 112.16 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.41

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltéz del alma.} \quad \lambda_w : \underline{30.10}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltéz m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci3n.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_v: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situaci3n de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de c\acute{a}lculo p\acute{e}simo se produce en el nudo N56, para la combinaci3n de acciones PP+0.6·Puen teGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c\acute{a}lculo p\acute{e}simo.} \quad V_{Ed} : \underline{3.57} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{139.26} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{\c{A}rea transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{21.51} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{\c{A}rea de la secci3n bruta.} \quad A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{201.60} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de c\acute{a}lculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{v,0}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico reducido para la temperatura que} \quad f_{v,0} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.41

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.92 \text{ kN} \leq 51.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 5.92 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 103.03 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$3.57 \text{ kN} \leq 69.63 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 3.57 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 139.26 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.763} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.655} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.974} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N56, para la combinaci3n de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo.	N_{c,Ed} : <u>11.69</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg \acute{u} n los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : <u>6.39</u> kN·m
	M_{z,Ed}⁻ : <u>3.46</u> kN·m
Clase : Clase de la secci3n, seg \acute{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.	N_{pl,Rd} : <u>374.60</u> kN
M_{pl,Rd,y} , M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>31.96</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>6.52</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Articulo 6.3.4.2)	
A : 3rea de la secci3n bruta.	A : <u>33.40</u> cm ²
W_{pl,y} , W_{pl,z} : M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>285.00</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>58.10</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de c3lculo del acero.	f_{vd} : <u>112.16</u> MPa

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{L3mite el3stico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducci3n del l3mite el3stico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.41}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacci3n.

$$\mathbf{k_y} : \underline{1.03}$$

$$\mathbf{k_z} : \underline{1.26}$$

C_{m,y}, **C_{m,z}**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\mathbf{C_{m,y}} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C_{m,z}} : \underline{1.00}$$

χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.64}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.17}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.83}$$
$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.17}$$
$$\alpha_y : \underline{0.60}$$
$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

$$5.92 \text{ kN} \leq 51.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{5.92} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{9.86} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.036 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 3.73$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 102.99$$
 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 103.03$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.05$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 9.86$ cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 112.16$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 112.16$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00$$
 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.41$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.025 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+0.6·PuentesGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{3.49}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00}$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{139.21}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd} : \underline{139.26}$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed} : \underline{0.05}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : \underline{9.86}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{112.16}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta} : \underline{112.16}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Pilar interior (tramo inferior)

Barra N62/N77

Perfil: IPE 220							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N62	N77	5.300	33.40	2772.00	205.00	9.07
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.70	1.19	0.00	0.00		
	L _K	3.710	6.300	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30							
Factor de forma: 270.18 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 626.0 °C							
Pintura intumescente: 0.6 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _y V _z	M _z V _y
N62/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,máx}$ Cumple	x: 5.3 m η = 1.5	x: 0 m η = 14.1	x: 0 m η = 77.1	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 12.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 82.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 82.9
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y			
N62/N77	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 27.6	x: 0 m η = 56.7	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 71.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE η = 71.6		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _y V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _z V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.72 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación **Clase:** 1

y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A: 33.40 cm²
f_v: 275.00 MPa
N_{cr}: 308.69 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y}: 1447.54 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z}: 308.69 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T}: ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y: 2772.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z: 205.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t: 9.07 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w: 22700.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E: 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G: 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky}: 6.300 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz}: 3.710 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt}: 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀: 9.44 cm

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y: 9.11 cm

i_z: 2.48 cm

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀: 0.00 mm

z₀: 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
 (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

34.17 ≤ 248.36 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>201.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.90</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>11.89</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>10.12</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N77, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{12.76} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{33.40} \text{ cm}^2 \\ f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{Mo} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.038} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.141} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 33.53$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : 874.76$ kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} : 237.26$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 33.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.80

χ_z : 0.27

Siendo:

φ_v : 0.88

φ_z : 2.25

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_v : 0.80

λ̄_z : 1.72

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 308.69 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1447.54} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{308.69} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.771} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{50.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{57.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.054} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.82 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.82 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 15.22 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 58.10 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.123 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 29.67 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 240.59 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 15.91 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 220.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.90 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 30.10

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.26 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 325.19 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 21.51 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 33.40 cm²

d : Altura del alma.

d : 201.60 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.90 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$29.67 \text{ kN} \leq 120.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 29.67 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 240.59 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.26 \text{ kN} \leq 162.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.26 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 325.19 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.822} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.829} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.595} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N62, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(0°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>20.82</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>56.70</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.58</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>874.76</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>74.64</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>15.22</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>33.40</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>285.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>58.10</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.02}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.12}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\mathbf{C}_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.80}$$

$$\chi_z : \underline{0.27}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.80}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.72}$$

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$29.67 \text{ kN} \leq 120.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} & V_{Ed,z} : \frac{29.67}{\quad} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z} : \frac{240.59}{\quad} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.276} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones $PP + 0.2 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{17.69} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{374.60} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{63.98} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.54}$$

$$\chi_z : \underline{0.17}$$

Siendo:

	ϕ_y :	<u>1.20</u>
	ϕ_z :	<u>3.33</u>
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y :	<u>0.49</u>
	α_z :	<u>0.49</u>
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$:	<u>1.00</u>
	$\bar{\lambda}_z$:	<u>2.17</u>
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$:	<u>1.26</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} :	<u>308.69</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	<u>1447.54</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	<u>308.69</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	<u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.567} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{17.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{18.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{31.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.41</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{6.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.095} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{9.77} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{15.91} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{112.16} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.10}$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{\text{máx}}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.10 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$V_{\text{c,Rd}}$: 139.26 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 21.51 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 33.40 cm²

d : Altura del alma.

d : 201.60 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.90 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 112.16 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 112.16 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.41

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$9.77 \text{ kN} \leq 51.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{9.77} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{103.03} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.10 \text{ kN} \leq 69.63 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{139.26} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.647} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.716} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.691} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N62, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(0°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>17.31</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁻ : <u>17.68</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.31</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>374.60</u> kN
M_{pl,Rd,y} , M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>31.96</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>6.52</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>33.40</u> cm ²
W_{pl,y} , W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>285.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>58.10</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>112.16</u> MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : <u>112.16</u> MPa
f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : <u>0.41</u>
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : <u>1.00</u>

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.07}$$

$$k_z : \underline{1.38}$$

C_{m,y}, **C_{m,z}**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.54}$$

$$\chi_z : \underline{0.17}$$

λ̄_y, **λ̄_z**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.17}$$

α_y, **α_z**: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y , además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.5\cdot V(0^\circ)H1$.

$$9.77 \text{ kN} \leq 51.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{9.77}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{103.03}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Jácena

Barra N66/N60

Perfil: IPE 120 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N66	N60	6.047	13.20	318.00	27.70	1.74
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	1.00	0.00	0.00	
L _K		0.000	6.047	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 380.93 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 640.5 °C						
Pintura intumescente: 0.8 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N66/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.996 m η = 6.1	x: 0.051 m η = 5.8	x: 0.051 m η = 58.0	x: 0.051 m η = 19.5	x: 0.051 m η = 9.1	x: 0.051 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.051 m η = 76.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 76.4
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N66/N60	x: 5.996 m η = 5.5	x: 0.051 m η = 8.9	x: 0.051 m η = 45.6	x: 0.051 m η = 17.0	x: 0.051 m η = 7.3	x: 0.051 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.051 m η = 66.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 66.4		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.42 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y **Clase :** 1

de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 13.20 cm²
f_y : 275.00 MPa
N_{cr} : 180.26 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 180.26 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 318.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 27.70 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 1.74 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 890.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 6.047 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 5.12 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 4.91 cm

i_z : 1.45 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
 (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

24.41 ≤ 248.01 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>107.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.40</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>4.73</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>4.03</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{vf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.061} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.996 m del nudo N66, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{21.12} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{345.71} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$
$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$
$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.058} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{8.18}$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{345.71}$ kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 13.20 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_v : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} : \underline{141.30}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 13.20 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_v : \underline{275.00}$ MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_v : \underline{0.41}$

Siendo:

$\phi_v : \underline{1.63}$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_v : \underline{0.21}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_v : \underline{1.42}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{180.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{180.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.580} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T(Maxder)(D)} + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{9.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{8.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{15.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{60.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{3.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{13.60} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.091} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{8.64} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{95.19} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{6.30} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 120.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 4.40 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$21.23 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 21.23

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.73 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 128.14 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 8.47 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 13.20 cm²

d: Altura del alma.

d : 107.40 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 4.40 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$8.64 \text{ kN} \leq 47.60 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 8.64 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 95.19 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$0.73 \text{ kN} \leq 64.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.73 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 128.14 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.764} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.758} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.548} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{7.82} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{9.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{345.71} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{15.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{3.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{60.70} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{13.60} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.04}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.41}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00,

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.42}$$

en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

$$8.64 \text{ kN} \leq 47.60 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{8.64} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{95.19} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.996 m del nudo N66, para la combinación de acciones $PP + 0.6 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 0.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{7.50} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{135.40} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.021} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.089} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(270°)H1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.80} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{135.40} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{31.67} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{2.52}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_v : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{1.80}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.27}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{180.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{180.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.456} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.2·N(R)2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{6.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{60.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.170} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{13.60} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.073} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.2·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.72} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{37.28} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{6.30} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{120.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.40} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$21.23 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{21.23}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones PP+0.6·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+0.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.24} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{50.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{8.47} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{13.20} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{107.40} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{4.40} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{102.57} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.37}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{2.72 \text{ kN} \leq 18.64 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.2·N(R)2.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{2.72} \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{37.28} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.24 \text{ kN} \leq 25.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.6 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D)+0.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.24} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{50.19} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.664} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.571} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N66, para la combinación de acciones $PP+0.6 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D)+0.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{6.95} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : \underline{2.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed} : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd} : \underline{135.40} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{6.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{ef,Ed} : \underline{-2.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. $\sigma_{com,Ed} : \underline{42.04} \text{ MPa}$

W_{y,com} : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	W_{v,com} : $\frac{60.70}{}$ cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : $\frac{13.20}{}$ cm ²
M_{b,Rd,v} : Momento flector resistente de cálculo.	M_{b,Rd,v} : $\frac{6.23}{}$ kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.2·N(R)2.

$$2.72 \text{ kN} \leq 18.64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed,z} : $\frac{2.72}{}$ kN
V_{c,Rd,z} : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{c,Rd,z} : $\frac{37.28}{}$ kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Montantes

Barra N83/N84

Perfil: # 100x6.07 Material: Acero (S235)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N83	N84	6.000	7.73	122.91	122.91	190.55	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	6.000	6.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-	-	1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N83/N84	λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.375 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	η = 2.5	η = 25.0	x: 3 m η = 7.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.5	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.375 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 3 m η = 32.4	x: 0.375 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 32.4
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.50} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 235.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 70.76 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

- a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : 70.76$ kN
- b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 70.76$ kN
- c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \infty$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: <u>122.91</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: <u>122.91</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: <u>190.55</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: <u>0.22</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: <u>6.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: <u>6.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: <u>0.000</u> m
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	: <u>5.64</u> cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	: <u>3.99</u> cm
	i_z	: <u>3.99</u> cm
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0	: <u>0.00</u> mm
	z_0	: <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$48.00 \leq 681.03 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w	: <u>96.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w	: <u>2.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w	: <u>3.84</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>2.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	: <u>0.55</u>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{vf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{vf} : 235.00 MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.025 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 4.32 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} : 173.11 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 7.73 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 235.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.079 ✓

η : 0.250 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(0°)H2.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 11.91 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{151.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.70} \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.31}$$

$$\chi_z : \underline{0.31}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.94}$$

$$\phi_z : \underline{1.94}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y :** 0.49

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.50}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.50}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr} :** 70.76 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 70.76 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 70.76 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.071} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{5.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 4

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4. **$W_{ef,v}$:** 22.68 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.24} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{49.62} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 3.84 cm²

Siendo:

d : Altura del alma. d : 96.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 2.00 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 223.81 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 235.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$48.00 < 70.00 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 48.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 70.00

ε : Factor de reducción. ε : 1.00

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 235.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.21 \text{ kN} \leq 24.81 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.21 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 49.62 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.148} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.324} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.308} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N83, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 11.56 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^+$: 0.36 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 4

$N_{u,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección eficaz. $N_{u,Rd}$: 151.67 kN

$M_{0,Rd,y}$, $M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{0,Rd,v}$: 5.08 kN·m

$M_{0,Rd,z}$: 5.08 kN·m

e_{Ny} , e_{Nz} : Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. e_{Nv} : 0.00 cm

e_{Nz} : 0.00 cm

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. A_{ef} : 6.78 cm²

$W_{ef,y}$, $W_{ef,z}$: Módulos resistentes de la sección eficaz correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{ef,y}$: 22.68 cm³

$W_{ef,z}$: 22.68 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 223.81 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 235.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

	k_y	: <u>1.15</u>
	k_z	: <u>1.15</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>1.00</u>
	$C_{m,z}$: <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	: <u>0.31</u>
	χ_z	: <u>0.31</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: <u>1.50</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>1.50</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: <u>0.80</u>
	α_z	: <u>1.00</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.21 \text{ kN} \leq 24.81 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$: <u>0.21</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$: <u>49.62</u>	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Cruz San Andrés inferior

Barra N65/N83

Perfil: L 20 x 20 x 3 Material: Acero (S275)											
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)	
N65	N83	8.006	1.12	0.39	0.39	0.23	0.03	4.04	-4.04	-45.0	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>⁽⁴⁾ Producto de inercia</p> <p>⁽⁵⁾ Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>											
			Pandeo				Pandeo lateral				
			Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
β			0.00		0.00		0.00		0.00		
L _K			0.000		0.000		0.000		0.000		
C _m			1.000		1.000		1.000		1.000		
C ₁			-				1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>											

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N65/N83	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 91.6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 91.6
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} < 0.01 \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

A : 1.12 cm²

f_y : 275.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : **0.916** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 26.87 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 29.33 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 1.12 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Cruz San Andrés superior

Barra N83/N66

Perfil: L 90 x 90 x 9 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N83	N66	6.686	15.50	115.80	115.80	68.15	4.16	19.60	-19.60	-45.0
<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>(3) Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>(4) Producto de inercia</p> <p>(5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
		Pandeo Plano XY		Pandeo Plano XZ		Pandeo lateral Ala sup.		Pandeo lateral Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L _K		0.000		0.000		0.000		0.000		
C _m		1.000		1.000		1.000		1.000		
C ₁		-				1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y	
N83/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 6.5 m η = 3.5	x: 0 m η = 2.7	x: 3.251 m η = 21.8	x: 3.251 m η = 64.5	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.1	x: 0.325 m η < 0.1	x: 0.325 m η < 0.1	x: 3.251 m η = 88.2	x: 0.325 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 88.2
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \mathbf{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 15.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta **N_{cr}** : ∞

que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.500 m del nudo N83, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2.$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{14.04} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{405.95} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{15.50} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1.$$

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{10.91} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{405.95} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 15.50 cm²
f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.218 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.251 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 1.89 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd}⁺ : 8.68 kN·m

M_{c,Rd}⁻ : 8.68 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase⁺** : 1
Clase⁻ : 2

W_{pl,y}⁺: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}⁺** : 33.15 cm³

W_{pl,y}⁻: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}⁻** : 33.15 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.645} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.251 m del nudo N83, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{5.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.251 m del nudo N83, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{3.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}^+} : \underline{8.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{c,Rd}^-} : \underline{8.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. $\mathbf{Clase^+} : \underline{2}$

$\mathbf{W_{pl,z}^+}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}^+} : \underline{33.15} \text{ cm}^3$

$\mathbf{W_{pl,z}^-}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}^-} : \underline{33.15} \text{ cm}^3$

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{vd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.21} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{122.48} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h_{vert.}$: Longitud del ala vertical.

$$h_{vert.} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de la chapa.

$$t : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.031} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N83, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.86} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{122.48} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h_{horz.}$: Longitud del ala horizontal.

$$h_{horz.} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

t : Espesor de la chapa.

$$t : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.06 \text{ kN} \leq 61.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.325 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 1.06 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 122.48 \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$3.34 \text{ kN} \leq 61.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.325 m del nudo N83, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 3.34 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 122.48 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.882 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.251 m del nudo N83, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 7.59 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : 1.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : 5.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 2

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 405.95 kN

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 8.68 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 8.68 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.325 m del nudo N83, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$3.34 \text{ kN} \leq 61.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,y}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed,y}** : 3.34 kN

V_{c,Rd,y}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd,y}** : 122.48 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.3. Sistema de arriostramiento

5.3.1. Viga contraviento

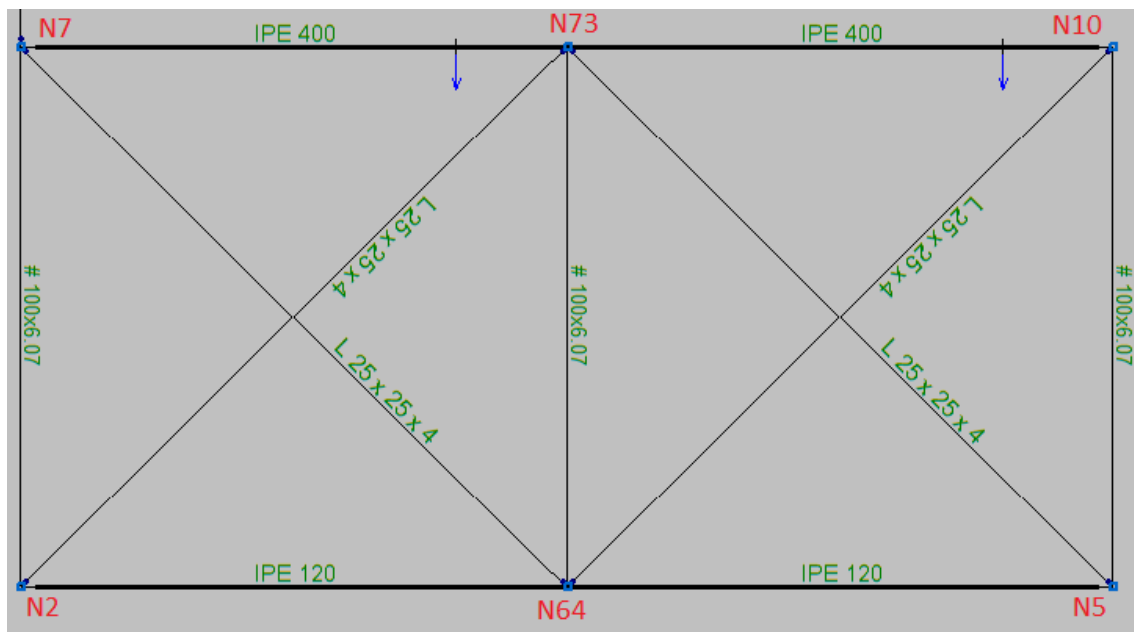


Figura 49: Viga contraviento

Geometría

- **Nudos**

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N2	0.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	12.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	6.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	6.000	12.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	0.000	6.000	8.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	6.000	6.000	8.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- **Barras**

Materiales utilizados:

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	80769.23	235.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_v : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

Descripción:

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sub.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N7/N73	N7/N10	YPE 400 (YPE)	0.252	5.744	0.051	0.00	4.00	-	-
		N73/N10	N7/N10	YPE 400 (YPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	4.00	-	-
		N2/N64	N2/N5	YPE 120 (YPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N64/N5	N2/N5	YPE 120 (YPE)	0.051	5.945	0.051	0.00	1.00	-	-
		N64/N10	N64/N10	L 25 x 25 x 4 (L)	0.071	8.376	0.071	0.00	0.00	-	-
		N73/N5	N73/N5	L 25 x 25 x 4 (L)	0.071	8.376	0.071	0.00	0.00	-	-
		N2/N73	N2/N73	L 25 x 25 x 4 (L)	0.071	8.376	0.071	0.00	0.00	-	-
		N7/N64	N7/N64	L 25 x 25 x 4 (L)	0.071	8.376	0.071	0.00	0.00	-	-
Acero conformado	S235	N2/N7	N2/N7	# 100x6.07 (#)	0.110	5.890	-	1.00	1.00	-	-
		N5/N10	N5/N10	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N64/N73	N64/N73	# 100x6.07 (#)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sub.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
2	N7/N10
4	N2/N5
7	N64/N10, N73/N5, N2/N73 y N7/N64
9	N2/N7 y N5/N10

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	2	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10
		4	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.74
		7	L 25 x 25 x 4, (L)	1.85	0.84	0.84	1.01	1.01	0.10
Acero conformado	S235	9	# 100x6.07, (#)	7.73	3.27	3.27	122.91	122.91	190.55
<p><i>Notación:</i> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I_t: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Resultados

• Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N7/N73	83.10	0.252	-66.310	0.020	-66.346	0.05	-232.43	-0.02	G	Cumple
N73/N10	44.42	4.807	-58.630	-0.111	-0.419	0.05	113.17	0.36	G	Cumple
N2/N7	84.62	0.110	-29.526	0.181	-0.209	-0.20	-0.26	0.58	GV	Cumple
N5/N10	50.29	0.000	-13.960	-0.008	-0.287	0.00	-0.89	-0.02	GV	Cumple
N64/N10	28.08	0.071	13.607	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N73/N5	43.80	0.071	21.221	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N2/N73	68.00	0.071	32.950	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N7/N64	81.36	0.071	39.423	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N64/N73	71.33	0.000	-23.562	0.039	-0.270	0.14	-0.79	0.07	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N2/N64	75.07	5.996	-12.126	0.174	-9.421	0.00	9.46	-0.17	GV	Cumple
N64/N5	76.44	0.051	-7.814	-0.626	8.351	0.00	9.21	-0.58	GV	Cumple

- Flechas**

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p \acute{e} simo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N7/N10	5.742	2.66	7.578	14.89	5.797	4.68	7.281	18.72	
	5.742	L/(>1000)	8.173	L/650.2	6.092	L/(>1000)	8.470	L/655.6	
N2/N7	1.841	2.11	2.209	3.64	1.841	3.37	2.577	4.38	
	1.472	L/(>1000)	2.209	L/(>1000)	1.472	L/(>1000)	2.209	L/(>1000)	
N5/N10	3.750	0.39	2.625	9.52	3.750	0.78	2.625	11.29	
	3.750	L/(>1000)	2.625	L/630.2	3.750	L/(>1000)	3.000	L/722.3	
N64/N10	7.853	0.00	7.853	0.00	6.806	0.00	7.853	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N73/N5	5.759	0.00	0.524	0.00	0.524	0.00	0.524	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N2/N73	5.759	0.00	7.853	0.00	7.329	0.00	7.853	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N7/N64	6.806	0.00	6.806	0.00	6.806	0.00	6.806	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N64/N73	3.750	0.86	2.625	9.91	3.750	1.27	2.625	11.02	
	1.500	L/(>1000)	2.625	L/605.2	1.500	L/(>1000)	3.000	L/657.6	
N2/N5	2.972	9.66	2.675	19.30	2.972	16.18	2.675	32.93	
	2.972	L/(>1000)	2.675	L/304.9	2.972	L/(>1000)	2.675	L/307.4	

• **Comprobaciones ELU**

Diagonales

Barra N7/N64

Perfil: L 25 x 25 x 4 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas							
Inicia l	Final l		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N7	N64	8.518	1.85	1.01	1.01	0.59	0.10	4.90	-4.90	-45.0
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>⁽⁴⁾ Producto de inercia</p> <p>⁽⁵⁾ Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
		Pandeo Plano XY		Pandeo Plano XZ		Pandeo lateral Ala sup.		Pandeo lateral Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L _K		0.000		0.000		0.000		0.000		
C _m		1.000		1.000		1.000		1.000		
C ₁		-				1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _t		M _z V _t
N7/N64	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 81.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 81.4
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_yV_t: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_zV_t: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$\bar{\lambda} < 0.01$ ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 1.85 cm²

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

f_v : 275.00 MPa
 N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.814 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 39.42 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 48.45 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 1.85 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Montantes

Barra N2/N7

Perfil: # 100x6.07 Material: Acero (S235)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N7	6.000	7.73	122.91	122.91	190.55
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	6.00	6.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 4.2	η = 62.1	x: 0.11 m η = 12.0	x: 0.11 m η = 17.4	x: 6 m η = 0.8	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 84.6	η < 0.1	η = 5.0	x: 0.11 m η = 0.5	η < 0.1	CUMPLE η = 84.6
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : 1.50 \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 235.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 70.76 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : 70.76 \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 70.76 \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \infty$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 122.91 \text{ cm}^4$
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 122.91 \text{ cm}^4$
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 190.55 \text{ cm}^4$
 I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 0.22 \text{ cm}^6$
 E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$
 G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 6.000 \text{ m}$
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 6.000 \text{ m}$
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 0.000 \text{ m}$
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_0 : 5.64 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 3.99 \text{ cm}$
 $i_z : 3.99 \text{ cm}$
 y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_0 : 0.00 \text{ mm}$
 $z_0 : 0.00 \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$48.00 \leq 681.03 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma. $h_w : 96.00 \text{ mm}$
 t_w : Espesor del alma. $t_w : 2.00 \text{ mm}$
 A_w : Área del alma. $A_w : 3.84 \text{ cm}^2$
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef} : 2.00 \text{ cm}^2$
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. $k : 0.55$
 E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. $f_{yf} : 235.00 \text{ MPa}$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.042} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{7.31} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{173.11} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{7.73} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{223.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.621} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{29.60} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{151.67} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

N_{b,Rd} : 47.70 kN

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 6.78 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.31

χ_z : 0.31

Siendo:

φ_y : 1.94

φ_z : 1.94

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y :** 0.49

α_z : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_y : 1.50

λ̄_z : 1.50

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr} :** 70.76 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 70.76 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 70.76 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.120} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{5.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 4

$W_{ef,y}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4. **$W_{ef,y}$:** 22.68 cm^3

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 235.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.174} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 4

W_{ef,z}: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4. **W_{ef,z} :** 22.68 cm³

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 0.41 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{49.62} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v :** 3.84 cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d :** 96.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 2.00 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 223.81 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 235.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$48.00 < 70.00 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{48.00}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{70.00}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$V_{\text{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{\text{Ed}} : \underline{0.27} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{50.32} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{3.89} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{7.73} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{96.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{2.00} \text{ mm}$$

$$f_{\text{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{\text{vd}} : \underline{223.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{\text{M0}} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$50.00 < 70.00 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{50.00}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{70.00}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{1.00}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.33 \text{ kN} \leq 24.81 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.33} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{49.62} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.27 \text{ kN} \leq 25.16 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.27$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 50.32$ kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.360 \checkmark$$

$$\eta : 0.846 \checkmark$$

$$\eta : 0.832 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 29.53$ kN

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^- : 0.26$ kN·m

$M_{z,Ed}^+ : 0.58$ kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 4

$N_{u,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección eficaz. $N_{u,Rd} : 151.67$ kN

$M_{0,Rd,y}, M_{0,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección eficaz en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{0,Rd,v} : 5.08$ kN·m

$M_{0,Rd,z} : 5.08$ kN·m

e_{Ny}, e_{Nz} : Desplazamiento del centro de gravedad de la sección eficaz respecto al de la sección bruta, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $e_{Ny} : 0.00$ cm

$e_{Nz} : 0.00$ cm

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. $A_{ef} : 6.78$ cm²

$W_{ef,y}, W_{ef,z}$: Módulos resistentes de la sección eficaz correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{ef,v} : 22.68$ cm³

$W_{ef,z} : 22.68$ cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 223.81$ MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : 235.00$ MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.37$

	k_z	: <u>1.37</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>1.00</u>
	$C_{m,z}$: <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	: <u>0.31</u>
	χ_z	: <u>0.31</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: <u>1.50</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>1.50</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: <u>0.80</u>
	α_z	: <u>1.00</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(270°)H1.

$$0.33 \text{ kN} \leq 24.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$: <u>0.33</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$: <u>48.13</u>	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta \quad : \quad \underline{0.050} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·PuenteGrua5T(Maxder)(D)+1.5·V(90°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed}$: <u>0.25</u>	kN·m
--	------------	---------------	------

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{4.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T	: <u>38.42</u>	cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd}	: <u>223.81</u>	MPa

Siendo:

$$\begin{aligned} f_v &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_v &: \underline{235.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta \quad : \quad \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.110 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$V_{Ed}: \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} \quad : \quad \underline{0.25} \quad \text{kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{ Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} \quad : \quad \underline{0.15} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{48.13} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} \quad : \quad \underline{49.62} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{ Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} \quad : \quad \underline{3.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{ Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T \quad : \quad \underline{38.42} \text{ cm}^3$$

$$f_{vd}: \text{ Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} \quad : \quad \underline{223.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v \quad : \quad \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} \quad : \quad \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta \quad < \quad \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$V_{Ed}: \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} \quad : \quad \underline{0.00} \quad \text{kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.15}$ kN·m
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{48.82} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{50.32} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{38.42} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{223.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

5.3.2. Cruz de San Andrés

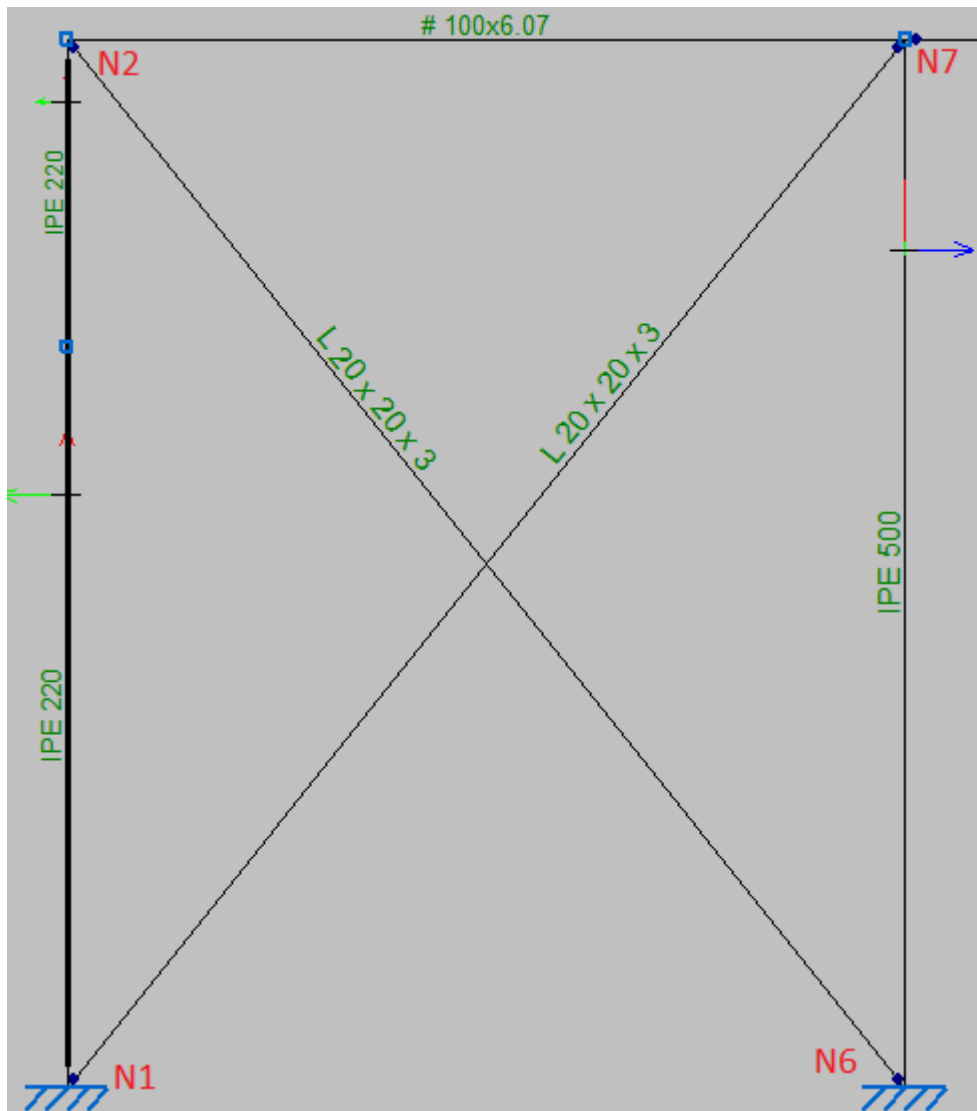


Figura 50: Cruz de San Andrés

Geometría

- **Nudos**

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Nota: En el diagrama original, los desplazamientos prescritos en los nodos N1, N2 y N6 están representados por flechas verdes, lo que contradice la definición de 'X' como coaccionado. Se asume que 'X' indica libertad y '-' indica restricción.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	6.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	6.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- **Barras**

Materiales utilizados:

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

Descripción:

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N6/N2	N6/N2	L 20 x 20 x 3 (L)	-	9.428	0.177	0.00	0.00	-	-
		N1/N7	N1/N7	L 20 x 20 x 3 (L)	0.177	9.363	0.065	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior											

Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
6	N6/N2 y N1/N7

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
		6	L 20 x 20 x 3, (L)	1.12	0.51	0.51	0.39	0.39	0.03
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>Avy</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>Avz</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>Iyy</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>Izz</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>It</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Resultados

- **Resistencia**

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N6/N2	48.17	0.000	14.130	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N1/N7	58.89	0.177	17.274	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

• **Flechas**

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N6/N2	7.660	0.00	5.892	0.00	7.660	0.00	8.838	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N1/N7	8.192	0.00	8.778	0.00	8.192	0.00	8.192	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

• **Comprobaciones ELU**

Diagonales

Barra N1/N7

Perfil: L 20 x 20 x 3 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas							
Inicia l	Final l		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N1	N7	9.605	1.12	0.39	0.39	0.23	0.03	4.04	-4.04	-45.0
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>⁽⁴⁾ Producto de inercia</p> <p>⁽⁵⁾ Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
		Pandeo Plano XY		Pandeo Plano XZ		Pandeo lateral Ala sup.		Pandeo lateral Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L _K		0.000		0.000		0.000		0.000		
C _m		1.000		1.000		1.000		1.000		
C ₁		-				1.000				
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N1/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 58.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 58.9
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$\bar{\lambda} < 0.01$ ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 1.12 cm²

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

f_v : 275.00 MPa
 N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.589 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 17.27 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 29.33 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 1.12 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.3.3. Viga perimetral

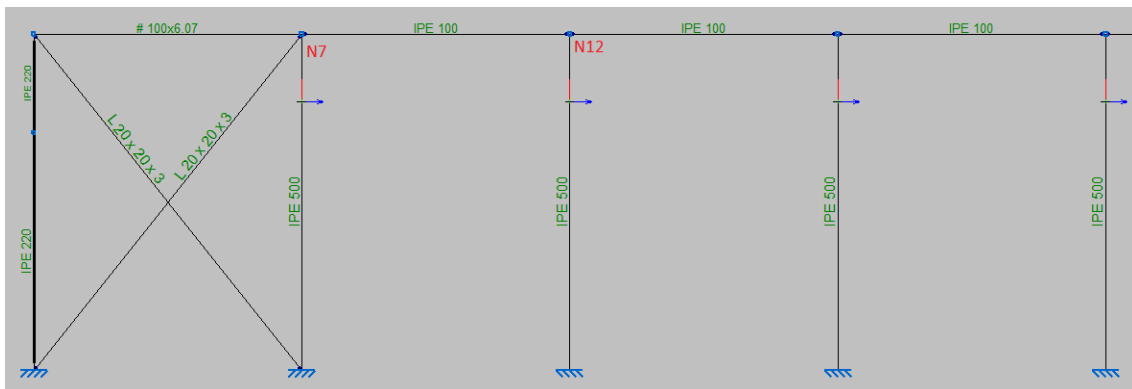


Figura 51: Viga perimetral

Geometría

- Nudos**

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N7	6.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	12.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- Barras**

Materiales utilizados:

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_v (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_v</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

Descripción:

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N7/N12	N7/N12	IPE 100 (IPE)	-	6.000	-	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i>											

Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
5	N7/N12

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	5	IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.90	1.20
Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>I_t: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i>									

Resultados

• Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- M_t: Momento torsor (kN·m)
- M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _s imos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N7/N12	16.64	3.000	32.286	0.000	0.000	0.00	0.48	0.00	GV	Cumple

• Flechas

Referencias:

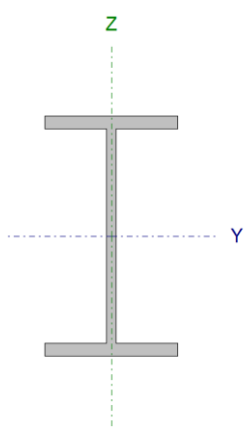
Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p_simo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N7/N12	3.375	0.00	3.000	3.74	3.375	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

• Comprobaciones ELU

Barra N7/N12

Perfil: IPE 100																					
Material: Acero (S275)																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>I_v⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_z⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_t⁽²⁾ (cm⁴)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N7</td> <td>N12</td> <td>6.000</td> <td>10.30</td> <td>171.00</td> <td>15.90</td> <td>1.20</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				Inicial	Final	Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	N7	N12	6.000	10.30	171.00	15.90	1.20
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)														
	N7	N12	6.000	10.30	171.00	15.90	1.20														
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>																				
	Pandeo		Pandeo lateral																		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																
	β	0.00	0.00	0.00	0.00																
	L_K	0.000	0.000	0.000	0.000																
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000																
C_1	-		1.000																		
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>																					

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _v V _z	M _z V _y	NM _v M _z	NM _v M _z V _y V _z	M _t	M _v V _z		M _t V _y
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,máx}$ Cumple	$\eta = 12.0$	$\eta = 6.9$	x: 3 m $\eta = 4.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3 m $\eta = 16.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 16.6$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. 															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 10.30 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. **N_{cr} :** ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$21.61 \leq 246.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma. **h_w :** 88.60 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w :** 4.10 mm

A_w: Área del alma. **A_w :** 3.63 cm²

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida. **A_{fc,ef} :** 3.14 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. **k :** 0.30

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. **f_{yf} :** 275.00 MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.120} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{MaxIzq})(D) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{32.29} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{269.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A & : \underline{10.30} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} & : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y & : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} & : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.069} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{PuenteGrua5T}(\text{Maxder})(D) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{18.62} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{269.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{Clase:} & \text{Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.} & \text{Clase} & : \underline{1} \\ A: & \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} & A & : \underline{10.30} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} & : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.48 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 10.32 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 39.40 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.32} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{76.54} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{5.06} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{4.10} \text{ mm}$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$18.20 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{18.20}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.28 \text{ kN} \leq 38.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : 0.28 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : 76.54 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.166 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·PuenteGrua5T(MaxIzq)(D)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

Donde:

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 32.29 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed}^+ : 0.48 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : 1$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a tracción.} \quad N_{pl,Rd} : 269.76 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : 10.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 2.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.28 \text{ kN} \leq 38.27 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	<u>0.28</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$:	<u>76.54</u>	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.4. Uniones

5.4.1. Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

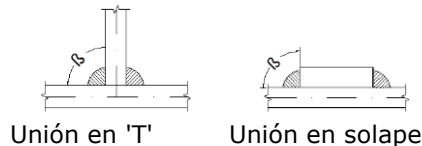
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

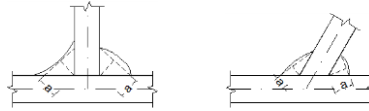
Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

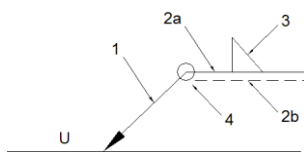
5.4.2. Referencias y simbología

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras



Referencias 1, 2a y 2b

Referencias:

1: línea de la flecha

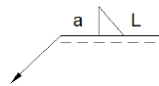
2a: línea de referencia (línea continua)

2b: línea de identificación (línea a trazos)

3: símbolo de soldadura

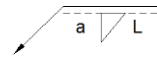
4: indicaciones complementarias

U: Unión



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

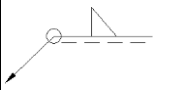
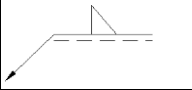
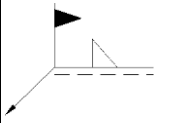
Referencia 3



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

5.4.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

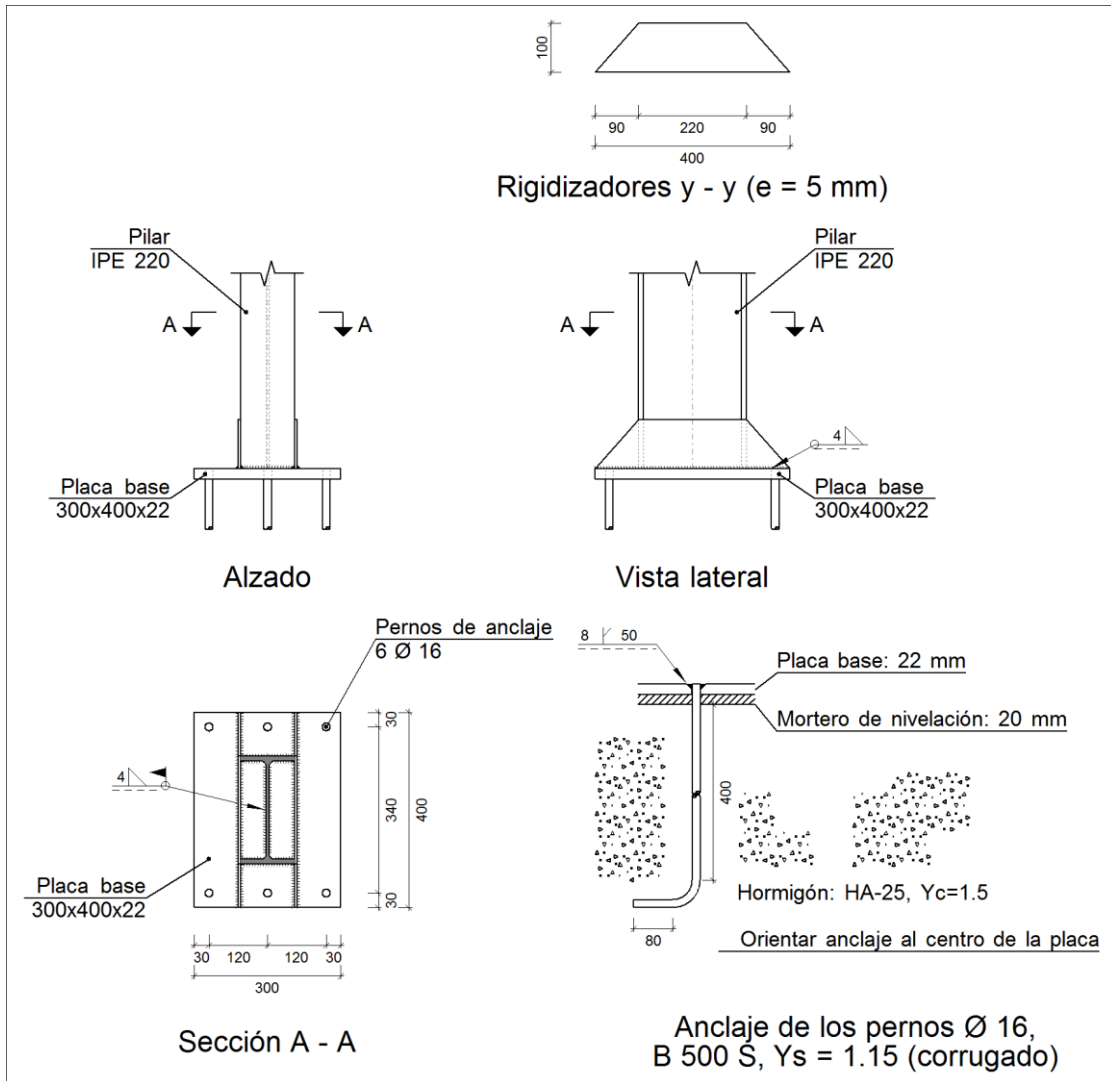
b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.

c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

5.4.4. Memoria de cálculo

- **Tipo 1**

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		300	400	22	6	32	18	8	S275	275.0	410.0
Rigidizador		400	100	5	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 220

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	735	5.9	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 60.5 kN Máximo: 49.78 kN Calculado: 5.64 kN Máximo: 71.12 kN Calculado: 68.56 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 80.4 kN Calculado: 57.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 288.514 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 184.38 kN Calculado: 5.28 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 98.3869 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 98.3869 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 247.039 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 246.745 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1689.41	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1689.41	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3747.46	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3751.87	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 92.357 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	400	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	400	5.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	50	16.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -57): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 57): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	189.7	328.5	85.14	0.0	0.00	410.0	0.85

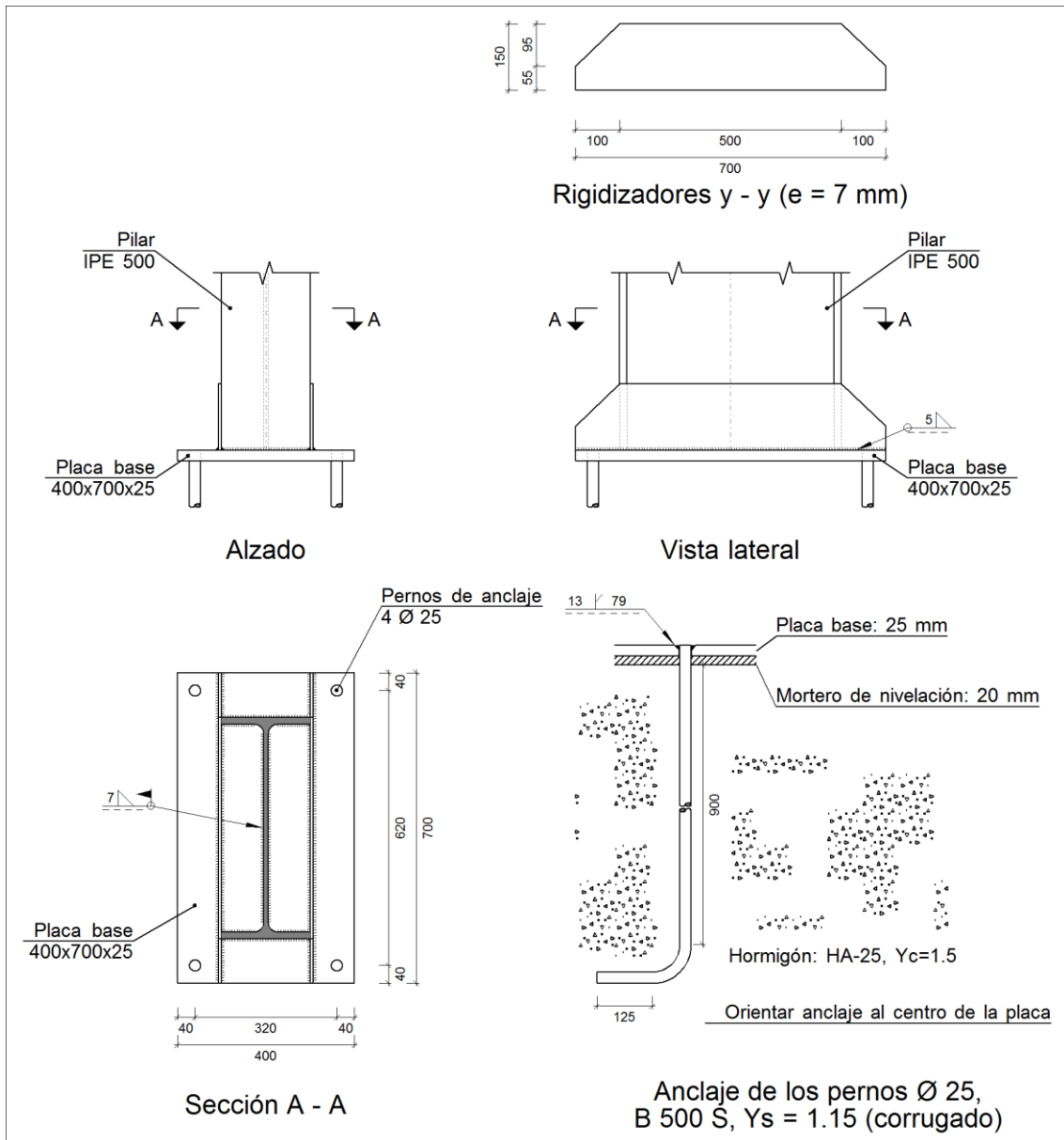
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1563
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	302
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	735

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x400x22	20.72
	Rigidizadores pasantes	2	400/220x100/0x5	2.43
	Total			23.16
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 16 - L = 458 + 155$	5.81
	Total			5.81

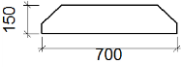
- **Tipo 2**

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		400	700	25	4	51	27	13	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		700	150	7	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 500

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1548	10.2	90.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 320 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 250.02 kN Calculado: 210.97 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 175.01 kN Calculado: 17.85 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 250.02 kN Calculado: 236.48 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 196.4 kN Calculado: 191.84 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 395.566 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 16.09 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 111.292 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 111.184 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 201.289 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 201.289 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 5262.87	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5280.01	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6515.73	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6515.73	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	de l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	13	79	25.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	222.1	384.6	99.67	0.0	0.00	410.0	0.85

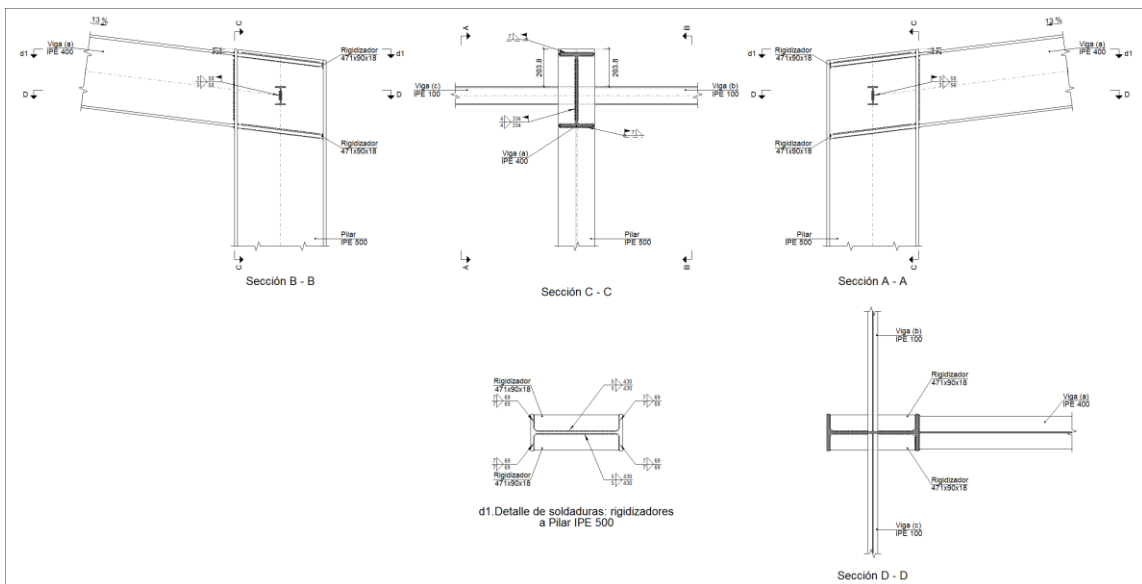
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2736
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	13	314
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1548

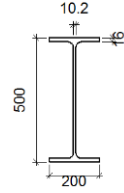
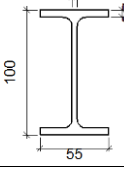
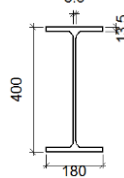
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x700x25	54.95
	Rigidizadores pasantes	2	700/500x150/55x7	10.50
	Total			65.45
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 25 - L = 970 + 243$	18.69
	Total			18.69

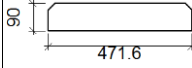
- **Tipo 3**

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 500		500	200	16	10.2	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		471.6	90	18	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 500

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	70.91	
	Cortante	kN	567.31	694.06	81.74	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	178.14	261.90	68.02	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	196.03	261.90	74.85	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	178.14	261.90	68.02	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	196.03	261.90	74.85	
Ala	Cortante	N/mm ²	126.38	261.90	48.25	
Viga (c) IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	32.70	217.20	15.05
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.75	64.14	13.64
Viga (b) IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	32.70	217.20	15.05
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.75	64.14	13.64

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	69	16.0	82.87	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	430	10.2	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	69	16.0	82.87	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	430	10.2	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	69	16.0	82.87	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	430	10.2	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	69	16.0	82.87	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	430	10.2	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	151.6	171.7	0.0	333.8	86.50	151.6	46.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	51.9	89.9	23.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	166.8	188.9	0.0	367.3	95.19	166.8	50.85	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	57.1	98.9	25.63	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	151.6	171.7	0.0	333.8	86.50	151.6	46.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	51.9	89.9	23.29	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	166.8	188.9	0.0	367.3	95.19	166.8	50.85	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	57.1	98.9	25.63	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 400

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	82.87	
Soldadura del alma	En ángulo	4	334	8.6	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	82.87	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	179.4	158.4	0.3	327.8	84.95	179.4	54.70	410.0	0.85
Soldadura del alma	148.1	148.1	27.6	300.0	77.75	148.1	45.15	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	169.2	191.6	0.3	372.5	96.54	173.0	52.74	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	159.52	261.90	60.91

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	77.1	77.1	1.1	154.1	39.95	77.1	23.50	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	159.52	261.90	60.91

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	77.1	77.1	1.1	154.1	39.95	77.1	23.50	410.0	0.85

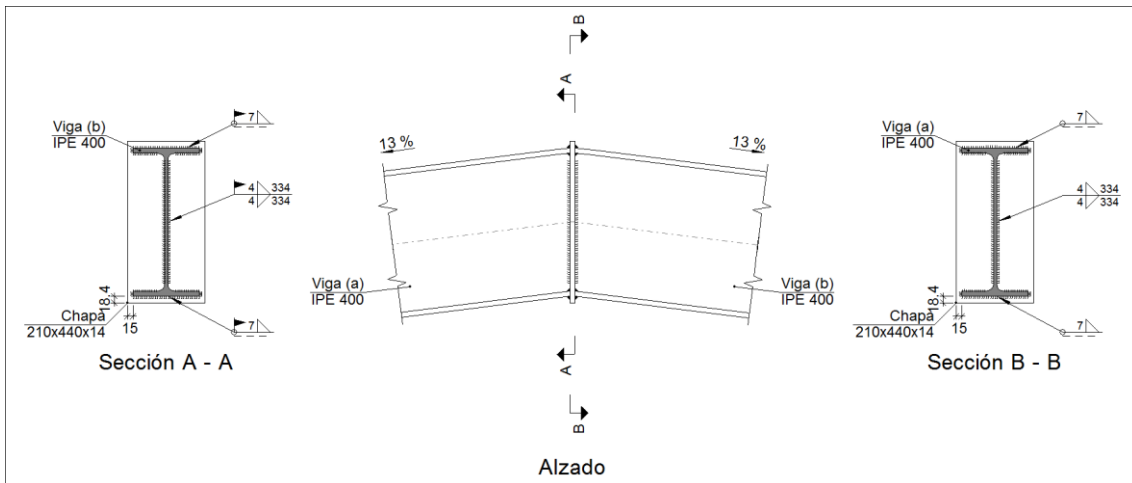
d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	3437
			7	1104
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			4	667
			7	673

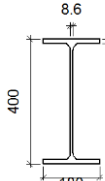
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	471x90x18	23.99
	Total			23.99

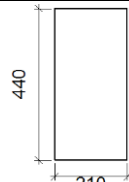
- **Tipo 4**

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		210	440	14	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) IPE 400

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	82.87				
Soldadura del alma	En ángulo	4	334	8.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	82.87				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	81.7	92.6	0.3	180.0	46.65	83.9	25.58	410.0	0.85
Soldadura del alma	72.1	72.1	0.5	144.2	37.37	72.1	21.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	80.3	70.9	0.3	146.8	38.04	80.4	24.50	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 400

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	82.87				
Soldadura del alma	En ángulo	4	334	8.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	82.87				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	81.7	92.6	0.3	180.0	46.65	83.9	25.58	410.0	0.85
Soldadura del alma	72.1	72.1	0.5	144.2	37.37	72.1	21.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	80.3	70.9	0.3	146.8	38.04	80.4	24.50	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	667
			7	673
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	667
			7	673

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	210x440x14	10.15
	Total			10.15

5.4.5. Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	20969
			5	109714
			7	23050
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	3016
			13	6283
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	3200
			4	23366
7			47109	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	64	471x90x18	383.86
	Chapas	8	210x440x14	81.24
	Total			465.10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	10	300x400x22	207.24
		20	400x700x25	1099.00
	Rigidizadores pasantes	20	400/220x100/0x5	24.34
		40	700/500x150/55x7	209.91
	Total			1540.48
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	60	Ø 16 - L = 458 + 155	58.09
		80	Ø 25 - L = 970 + 243	373.87
	Total			431.96

5.5. Cimentación

5.5.1. Elementos de cimentación aislados

5.5.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190.0 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 15.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24
N8, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 225.0 cm Ancho inicial Y: 195.0 cm Ancho final X: 225.0 cm Ancho final Y: 35.0 cm Ancho zapata X: 450.0 cm Ancho zapata Y: 230.0 cm Canto: 105.0 cm	Sup X: 11Ø16c/21 Sup Y: 21Ø16c/21 Inf X: 11Ø16c/21 Inf Y: 21Ø16c/21
N67, N61 y N63	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 170.0 cm Ancho inicial Y: 145.0 cm Ancho final X: 170.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 340.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø16c/27 Sup Y: 13Ø16c/27 Inf X: 6Ø16c/27 Inf Y: 13Ø16c/27
N1	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 190.0 cm Ancho final Y: 20.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46 y N51	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 225.0 cm Ancho inicial Y: 35.0 cm Ancho final X: 225.0 cm Ancho final Y: 195.0 cm Ancho zapata X: 450.0 cm Ancho zapata Y: 230.0 cm Canto: 105.0 cm	Sup X: 11Ø16c/21 Sup Y: 21Ø16c/21 Inf X: 11Ø16c/21 Inf Y: 21Ø16c/21
N56	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 15.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 190.0 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24
N65, N62 y N69	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 170.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 170.0 cm Ancho final Y: 145.0 cm Ancho zapata X: 340.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø16c/27 Sup Y: 13Ø16c/27 Inf X: 6Ø16c/27 Inf Y: 13Ø16c/27

Referencias	Geometría	Armado
N58	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190.0 cm Ancho inicial Y: 20.0 cm Ancho final X: 15.0 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 8Ø16c/24 Sup Y: 8Ø16c/24 Inf X: 8Ø16c/24 Inf Y: 8Ø16c/24

5.5.1.2. Medición

Referencia: N3		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Totales	Longitud (m)	72.96	
	Peso (kg)	115.16	115.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.26	
	Peso (kg)	126.68	126.68
Referencias: N8, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13			B 500 S, Ys=1.15
Nombre de armado			Ø16
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x4.40	48.40
	Peso (kg)	11x6.94	76.39
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	21x2.50	52.50
	Peso (kg)	21x3.95	82.86
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x4.40	48.40
	Peso (kg)	11x6.94	76.39
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	21x2.56	53.76
	Peso (kg)	21x4.04	84.85
Totales	Longitud (m)	203.06	
	Peso (kg)	320.49	320.49
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	223.37	
	Peso (kg)	352.54	352.54
Referencias: N67, N61 y N63		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x3.30	19.80
	Peso (kg)	6x5.21	31.25
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.85	24.05
	Peso (kg)	13x2.92	37.96
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x3.30	19.80
	Peso (kg)	6x5.21	31.25

Referencias: N67, N61 y N63		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.91	24.83
	Peso (kg)	13x3.01	39.19
Totales	Longitud (m)	88.48	139.65
	Peso (kg)	139.65	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	97.33	153.62
	Peso (kg)	153.62	
Referencia: N1		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Totales	Longitud (m)	72.96	115.16
	Peso (kg)	115.16	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.26	126.68
	Peso (kg)	126.68	
Referencias: N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46 y N51			B 500 S, Ys=1.15
Nombre de armado			Ø16
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x4.40	48.40
	Peso (kg)	11x6.94	76.39
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	21x2.50	52.50
	Peso (kg)	21x3.95	82.86
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x4.40	48.40
	Peso (kg)	11x6.94	76.39
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	21x2.56	53.76
	Peso (kg)	21x4.04	84.85
Totales	Longitud (m)	203.06	320.49
	Peso (kg)	320.49	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	223.37	352.54
	Peso (kg)	352.54	
Referencia: N56		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Totales	Longitud (m)	72.96	115.16
	Peso (kg)	115.16	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.26	126.68
	Peso (kg)	126.68	
Referencias: N65, N62 y N69		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	

Referencias: N65, N62 y N69		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x3.30	19.80
	Peso (kg)	6x5.21	31.25
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.85	24.05
	Peso (kg)	13x2.92	37.96
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x3.30	19.80
	Peso (kg)	6x5.21	31.25
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.91	24.83
	Peso (kg)	13x3.01	39.19
Totales	Longitud (m)	88.48	
	Peso (kg)	139.65	139.65
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	97.33	
	Peso (kg)	153.62	153.62
Referencia: N58		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.25	18.00
	Peso (kg)	8x3.55	28.41
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.31	18.48
	Peso (kg)	8x3.65	29.17
Totales	Longitud (m)	72.96	
	Peso (kg)	115.16	115.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.26	
	Peso (kg)	126.68	126.68

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15	Hormigón (m³)	
	(kg)	Ø16	HA-25, Yc=1.5
Referencia: N3	126.68	3.78	0.42
Referencias: N8, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13	10x352.54	10x10.87	10x1.04
Referencias: N67, N61 y N63	3x153.62	3x4.49	3x0.56
Referencia: N1	126.68	3.78	0.42
Referencias: N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46 y N51	10x352.54	10x10.87	10x1.04
Referencia: N56	126.68	3.78	0.42
Referencias: N65, N62 y N69	3x153.62	3x4.49	3x0.56
Referencia: N58	126.68	3.78	0.42
Totales	8479.24	259.41	25.75

5.5.1.3. Comprobaciones

- Zapatas pilares exteriores del pórtico de fachada**

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0368856 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0531702 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0956475 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 139.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -27.45 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -44.05 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.25 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 36.98 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 141 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 40 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 117 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 107 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 120 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 110 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p>	<p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N3		
Dimensiones: 205 x 205 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- **Zapatas pilares de los pórticos interiores**

<ul style="list-style-type: none"> • Referencia: N8 		
Dimensiones: 450 x 230 x 105		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0760275 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.152055 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.149603 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4261.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 19.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 52.68 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -207.62 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 26.68 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 167.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 84.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 105 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 90 cm Calculado: 97 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

<ul style="list-style-type: none"> Referencia: N8 		
Dimensiones: 450 x 230 x 105		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p> <p>Calculado: 21 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 120 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 120 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 91 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 120 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 120 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 94 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p>	<p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 16 cm</p>	<p>Cumple</p>

<ul style="list-style-type: none"> Referencia: N8 		
Dimensiones: 450 x 230 x 105		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

• Zapatas pilares interiores pórtico de fachada

<ul style="list-style-type: none"> Referencia: N61 		
Dimensiones: 340 x 165 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0399267 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0327654 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0802458 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 20220.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 14.44 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -73.14 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.81 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 70.93 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 66.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N61:	Mínimo: 40 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

<ul style="list-style-type: none"> Referencia: N61 Dimensiones: 340 x 165 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 75 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 78 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple

<ul style="list-style-type: none"> Referencia: N61 		
Dimensiones: 340 x 165 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.5.2. Vigas

5.5.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N63-N61] y C [N61-N67]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N58-N69] y C [N1-N63]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N65-N56] y C [N67-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

5.5.2.2. Medición

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N63-N61] y C [N61-N67]	B 500 S, Total Ys=1.15		
Nombre de armado	Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)	2x6.3 2x5.5 0 9	12.6 0 11.1 9
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)	2x6.3 2x5.5 0 9	12.6 0 11.1 9
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.3 8x0.5 3 2	10.6 4 4.20
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	10.64 4.20 25.20 22.38	26.5 8

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N63-N61] y C [N61-N67]				B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado				Ø8	Ø12	
Total con mermas (10.00%)		Longitud (m)	11.70	27.72	29.24	
		Peso (kg)	4.62	24.62		
Referencias: C [N58-N69] y C [N1-N63]		B 500 S, Ys=1.15		Total		
Nombre de armado		Ø8	Ø12			
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.37	12.74		
	Peso (kg)		2x5.66	11.31		
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.37	12.74		
	Peso (kg)		2x5.66	11.31		
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	9x1.33		11.97		
	Peso (kg)	9x0.52		4.72		
Totales	Longitud (m)	11.97	25.48			
	Peso (kg)	4.72	22.62	27.34		
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	13.17	28.03			
	Peso (kg)	5.19	24.88	30.07		
Referencias: C [N65-N56] y C [N67-N3]		B 500 S, Ys=1.15		Total		
Nombre de armado		Ø8	Ø12			
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.37	12.74		
	Peso (kg)		2x5.66	11.31		
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.37	12.74		
	Peso (kg)		2x5.66	11.31		
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	9x1.33		11.97		
	Peso (kg)	9x0.52		4.72		
Totales	Longitud (m)	11.97	25.48			
	Peso (kg)	4.72	22.62	27.34		
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	13.17	28.03			
	Peso (kg)	5.19	24.88	30.07		

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N63-N61] y C [N61-N67]	26x4.62	26x24.62	760.24	26x0.30	26x0.08
Referencias: C [N58-N69] y C [N1-N63]	2x5.19	2x24.88	60.14	2x0.38	2x0.10
Referencias: C [N65-N56] y C [N67-N3]	2x5.19	2x24.88	60.14	2x0.38	2x0.10
Totales	140.88	739.64	880.52	9.44	2.36

5.5.2.3. Comprobaciones

Referencia: C.1 [N31-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

ANEXO II: SISTEMA DE PROTECCION CONTRAINCENDIOS

En el presente anexo se desarrollarán las medidas de seguridad contra incendios que dispondrá la nave industrial, siguiendo las pautas que marca el CTE, más concretamente el documento básico de seguridad en caso de incendio (DB-SI).

El objetivo principal de todas las medidas que se pretenden adoptar, será de asegurar la resistencia de la estructura frente a las acciones provocadas en caso de incendio, proveer a la nave y a sus trabajadores de medidas para la detección del mismo y, si fuera posible, su extinción. Por último, facilitar una salida de emergencia para los trabajadores que estuvieran dentro de las instalaciones, en caso de incendio.

El documento básico del CTE de seguridad en caso de incendio (DB-SI) marca que, para establecimientos de predominante uso industrial, se ha de aplicar el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, 3 de Diciembre). Por lo que se partirá directamente del citado reglamento, dejando a un lado todos los demás casos que incluye el documento básico de seguridad en caso de incendio.

El reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, se divide en tres apartados, que se desarrollan en este documento:

- Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.
- Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.
- Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.

1. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.

1.1. Establecimiento.

Se entiende como establecimiento industrial al edificio o espacio destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada, y cuyo proyecto de construcción, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Se pueden caracterizar por:

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

1.2. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

Existen diversas configuraciones y ubicaciones para los establecimientos industriales, pero el reglamento las reduce a 5 tipos predominantes:

- TIPO A: El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial, o ya sean de otros usos.

TIPO A: estructura portante común con otros establecimientos

En vertical

En horizontal

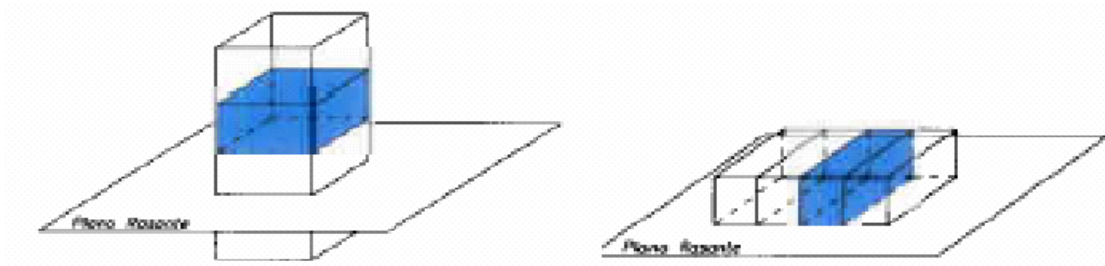


Figura 52: Establecimiento industrial de tipo A

- TIPO B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

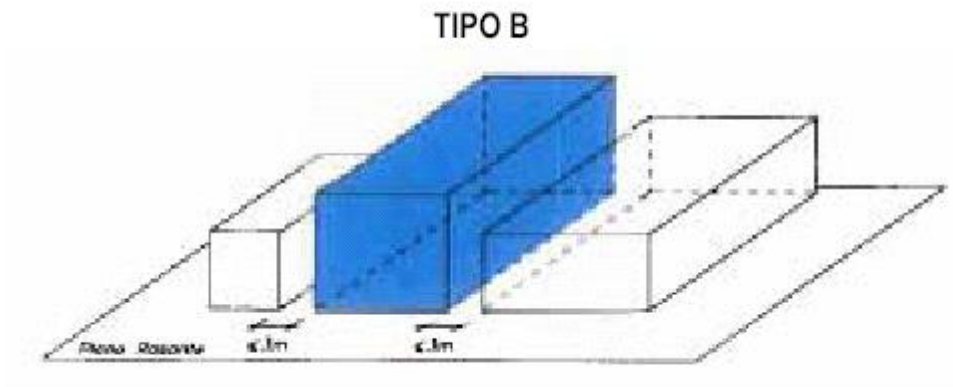


Figura 53: Establecimiento industrial de tipo B

- TIPO C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías, combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

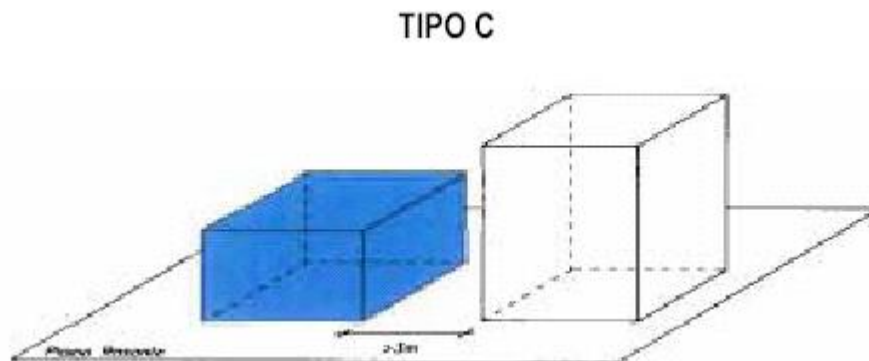


Figura 54: Establecimiento industrial de tipo C

- TIPO D: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, y alguna de sus fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.
- TIPO E: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), y alguna de sus fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

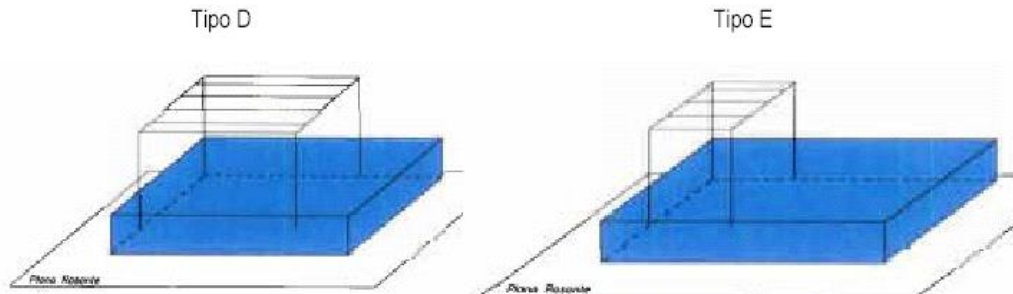


Figura 55: Establecimiento industrial de tipo D y Tipo E

Con todo lo anterior, se puede deducir que el establecimiento industrial que se va a construir será de tipo C, ya que no existe ningún edificio que esté a menos de 3 metros del estudiado, debido a que esta rodeado por todo su perímetro de calzada pública.

1.3. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

En este apartado se calculará el riesgo intrínseco de la nave industrial, con lo que primero se tendrá que obtener la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada sector de nuestra nave industrial. Posteriormente se demostrará que, en este caso, se puede englobar todo el recinto de la nave en un único sector.

El Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, establece que para el cálculo de la densidad de carga de fuego, para una nave utilizada solo para tareas de almacenamiento, se puede utilizar la siguiente formula:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} * C_i * h_i * s_i}{A} R_a$$

Donde:

Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

q_{vi} : carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

C_i : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

h_i : altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en metros.

s_i : superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en m^2 .

R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A: superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2 .

Para el cálculo de la densidad de fuego, se han considerado por estimación, los datos para un almacenaje de accesorios de automóviles, donde se tendrá:

$$q_{vi} = 800 \text{ MJ/m}^3, C_i = 1,3, h_i = 1 \text{ m}, s_i = 880 \text{ m}^2, R_a = 1,5, A = 1584 \text{ m}^2.$$

Con estos datos se ha obtenido una densidad de fuego de: $Q_s = 832 \text{ MJ/m}^2$

Con este dato se puede recurrir a la tabla que nos proporciona el reglamento, para definir el nivel de riesgo intrínseco de la nave industrial.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 18: Nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio del edificio industrial.

Como se puede observar en la tabla, la nave tendrá un nivel de riesgo intrínseco bajo, de tipo 2, ya que la densidad que hemos obtenido está entre los valores que define la tabla.

2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

2.1. Sectorización de los establecimientos industriales.

El Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales define un límite en la superficie construida admisible para cada sector de incendio.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	<i>Configuración del establecimiento</i>		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 19: límite en la superficie construida admisible para cada sector de incendio según sus características.

En la anterior tabla, se puede observar que para este caso en concreto, con un riesgo intrínseco del sector de incendio bajo, de tipo 2, y con una nave industrial de tipo c, el límite en la superficie construida admisible para cada sector será de 6000m², con lo que podremos considerar la nave como un único sector de incendio, siendo esta de tan solo 1584m² de superficie.

2.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.

El Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales define que, los elementos constructivos portantes, tales como pilares, jácenas y vigas, soporten su estabilidad mecánica durante un tiempo determinado, definido por el riesgo intrínseco de la nave y su tipología.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Tabla 20: estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes.

Observando la tabla anterior, se tendrá que asegurar que los elementos estructurales portantes deberán soportar 30 minutos desde el inicio del fuego antes de poder colapsarse.

Para cumplir con la exigencia de soportar estos 30 minutos, se ha decidido aplicar un revestimiento a los elementos principales de la estructura, pilares y jácenas, de pintura intumescente. Cada elemento exigirá un espesor diferente para cumplir con la exigencia, siendo estos:

- 1mm para los pilares del pórtico interior.
- 0,4mm para las jácenas del pórtico interior.
- 0,6 para los pilares del pórtico de fachada.
- 0,8 para las jácenas del pórtico de fachada.

2.3. Evacuación de los establecimientos industriales.

Para elaborar un plan de evacuación del establecimiento industrial, en primer lugar se ha de obtener la ocupación del sector de incendio estudiado, mediante las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p es el número máximo de personas que pueden estar simultáneamente en el sector de incendio estudiado. En este caso, se ha definido un solo sector de incendio en el establecimiento industrial, por tanto p será el número de personas que trabajarán en la nave.

Se ha determinado que el número máximo de personas que ocuparán el establecimiento industrial simultáneamente será entre 5 y 15 personas, con lo que p será de 15 personas, al ser el caso más desfavorable.

Con esto se cogerá la primera expresión ya que p es menor que 100.

$P = 1,10$ $p = 16,5$ \rightarrow 17 personas.

2.3.1. Número de salidas.

Para determinar el número de salidas que debe tener el establecimiento industrial, el RSCI aporta una tabla donde se indica la longitud máxima del recorrido de salida de emergencia, según el riesgo intrínseco y el tipo de configuración del establecimiento.

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Tabla 21: Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas.

Como se puede observar en la tabla anterior, se necesitarán dos salidas independientes, una en la fachada frontal y otra en la fachada trasera de la nave, asegurando así que el recorrido de evacuación en todos los puntos del establecimiento industrial es menor de 50 metros.

2.3.2. Características de las puertas.

Según el apartado 6, Puertas situadas en recorridos de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio" (SI): Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha

evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Aunque en el caso estudiado en este documento, las personas a evacuar son solamente 17 personas en el caso más desfavorable, se ha decidido seguir las recomendaciones del DB-SI, por lo que se instalaran puertas abatibles con eje de giro vertical y con un mecanismo de apertura muy fácilmente accionable.

2.4. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

El Reglamento de seguridad contra incendios establece que todo establecimiento industrial debe estar dotado de un sistema de ventilación y eliminación de humos y gases de combustión producidos por un incendio, cuando este establecimiento industrial este dentro de alguno de los grupos descritos a continuación:

- Los sectores con actividades de producción:

De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.

De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

- Los sectores con actividades de almacenamiento:

De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

El establecimiento industrial estudiado en este documento es un establecimiento industrial dedicado al almacenamiento y tiene un nivel de riesgo intrínseco bajo de clase 2, por lo tanto no es necesario contar con un sistema de ventilación y eliminación de humos y gases de combustión producidos por un incendio.

3. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

En este apartado se describen todos los elementos de protección y prevención contra incendios que incluye el reglamento de seguridad contra incendios y, según el nivel intrínseco y la tipología del establecimiento industrial estudiado, los dispositivos que serán necesarios en el sistema contra incendios de este establecimiento.

3.1. Sistemas automáticos de detección de incendios.

Es un sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas.

El RSCI exige que se instale un sistema automático de detección de incendios, en caso de que el establecimiento sea para uso de almacenaje, cuando:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

En el caso del establecimiento industrial estudiado, no será obligatoria la instalación de un sistema automático de detección de incendios.

3.2. Sistemas manuales de alarma de incendio

Están constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Para actividades de almacenamiento el RSCI, obliga a instalar sistemas manuales de alarma de incendio cuando:

- Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o
- No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

El RSCI también establece que hay que colocar pulsadores al lado de las salidas de emergencia, y que desde cualquier punto del establecimiento industrial haya menos de 25 metros hasta un pulsador.

Por lo que colocaremos 11 pulsadores repartidos estratégicamente por todo el establecimiento industrial, cumpliendo así con los requisitos del Reglamento de seguridad contra incendios.

3.3. Sistemas de comunicación de alarma

Son unos sistemas que permiten emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio. Puede estar integrados junto con el sistema automático de detección de incendios en un mismo sistema.

El RSCI establece que es obligatorio instalar sistema de comunicación de alarma cuando la superficie del establecimiento industrial supere los 10.000 metros cuadrados, por lo que en el caso estudiado no será necesario este sistema.

3.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios, tanto sus características como especificaciones, se regirá por la norma UNE 23.500. Esta norma permite utilizar el sistema de abastecimiento de agua corriente para alimentar a varios sistemas de protección, si se asegura en condiciones extremas, los caudales y presiones especificados por la norma para cada sistema de protección.

3.5. Sistemas de hidrantes exteriores.

Los hidrantes exteriores son sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado.

EL RSCI proporciona una tabla para identificar en cada caso si es necesaria la instalación de hidrantes exteriores.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

Tabla 22: Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco.

Con la anterior tabla se puede concluir que en el presente caso, no será necesaria la instalación de hidrantes exteriores según el reglamento.

3.6. Extintores de incendio.

En todos los establecimientos industriales será necesario instalar extintores de incendio. Hay que tener en cuenta que para el presente caso, el combustible que se encuentra en el establecimiento es del tipo A, por lo que se puede obtener el número de extintores que se necesitará, en la siguiente tabla que nos proporciona el RSCI:

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Tabla 23: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A.

Aunque si se sigue la recomendación de la tabla salen 6 extintores para el caso estudiado, el reglamento de seguridad contra incendios también exige que no existan más de 25 metros entre cualquier punto del sector de incendio y el extintor, y se ha optado por situar los extintores en los límites de la nave, por lo que se ha decidido aumentar a 11 extintores para cumplir con la norma. Se situarán al lado de los pulsadores de emergencia, facilitando así el acceso a los dos sistemas de emergencia en caso de accidente.

Se ha optado por instalar 11 extintores de 6kg y de polvo ABC, por ser un tipo de extintor apropiado para cualquier tipo de combustible.

3.7. Sistemas de bocas de incendio equipadas.

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios.

El reglamento de seguridad contra incendios estipula el número de sistemas de bocas de incendio equipadas, mediante unas directrices, y la siguiente tabla:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 24: disposición y características de los sistemas de bocas de incendio equipadas

Con la anterior tabla se deduce que se necesitarán 2 sistemas de bocas de incendio equipadas para cumplir con el reglamento de seguridad contra incendios.

3.8. Sistemas de columna seca.

El sistema de columna seca cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

El RSCI señala que se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

El caso estudiado queda exento de la instalación de sistemas de columna seca.

3.9. Sistemas de rociadores automáticos de agua.

El RSCI indica que se necesita instalar sistemas rociadores automáticos de agua para establecimientos industriales dedicados al almacenaje en los siguientes casos:

- Cuando están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- Cuando están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m² o superior.
- Cuando están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.
- Cuando están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.
- Cuando están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

Teniendo en cuenta estas directrices, se puede descartar la instalación de sistemas rociadores de agua en este caso.

3.10. Señalización de medios de extinción y evacuación.

Para una rápida evacuación del establecimiento industrial se dispondrá de señales que marquen tanto el recorrido más rápido a la puerta de salida de emergencia, como la misma puerta de emergencia, con señales visibles desde cualquier punto del establecimiento. Estas señales deben ser visibles incluso sin luz, por ello estas son placas de señalización fotoluminiscente.

Por otra parte, también será necesario disponer de señales que nos marquen la ubicación de los medios de extinción, tales como los extintores o los pulsadores manuales de alarma.

4. Distribución del sistema contra incendios.

Por último, en la figura 56 se ha representado tanto el recorrido de emergencia más rápido hasta la puerta de emergencia, como todos los elementos que forman parte del sistema contra incendios de la nave.

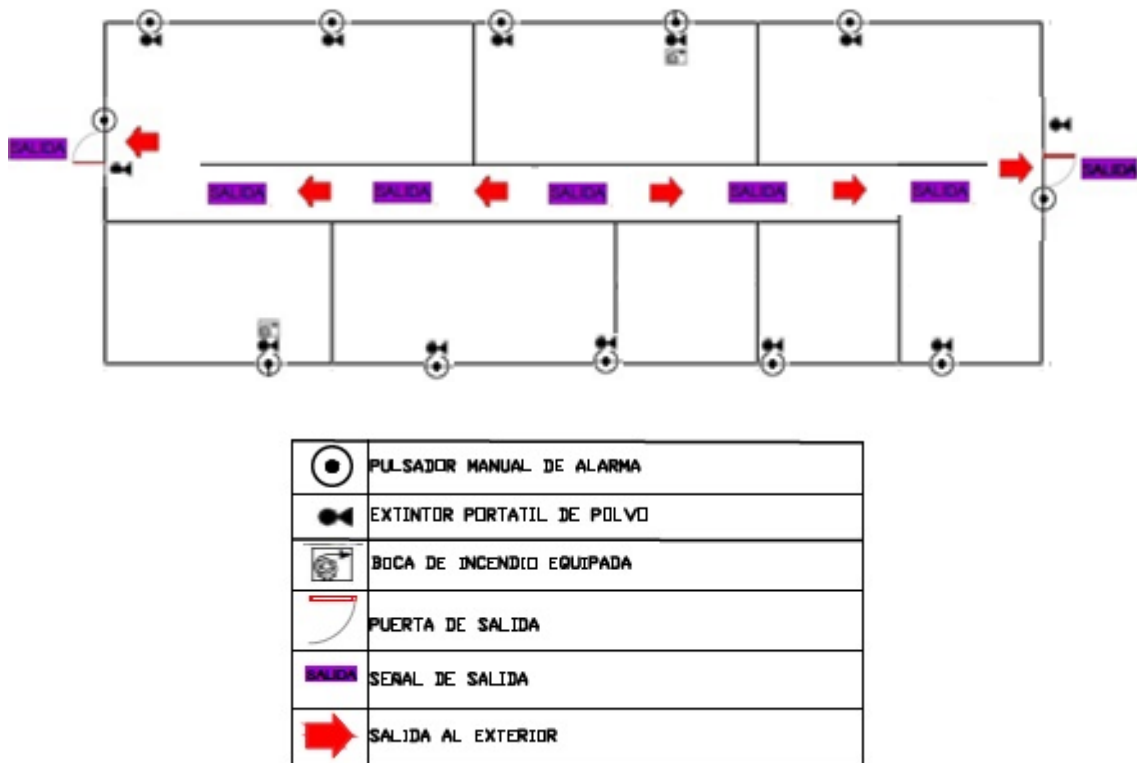


Figura 56: Sistema de protección contra incendios.

PLIEGO DE CONDICIONES

Según figura en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1.- Disposiciones Generales

1.1.1.- Disposiciones de carácter general

1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.1.1.2.- Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5.- Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

1.1.1.7.- Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8.- Responsabilidad del contratista

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9.- Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11.- Anuncios y carteles

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12.- Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13.- Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caer al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14.- Hallazgos

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- h) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- i) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación

complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1.- Accesos y vallados

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

1.1.2.2.- Replanteo

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica. Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4.- Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.1.2.9.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10.- Trabajos defectuosos

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que

las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11.- Vicios ocultos

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de la ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13.- Presentación de muestras

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

1.1.2.16.- Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2.- Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3.- Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5.- Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

1.1.3.6.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

1.1.3.7.- Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8.- Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los

subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2.- Disposiciones Facultativas

1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1.- El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

1.2.1.2.- El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3.- El constructor o contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4.- El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás

autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

1.2.1.5.- El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7.- Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.5.- La Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.6.- Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las

fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

1.2.7.1.- El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.7.2.- El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la

cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.7.3.- El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como

del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.7.4.- El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y,

en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.5.- El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta

inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.7.7.- Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el **Libro del Edificio**, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3.- Disposiciones Económicas

1.3.1.- Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2.- Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3.- Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4.- Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1.- Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2.- Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5.- De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1.- Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2.- Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en

ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4.- Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro

de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.3.5.8.- Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6.- Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos

1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra

ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratase con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas

1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9.- Varios

1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3.- Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4.- Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5.- Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6.- Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan,

correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12.- Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13.- Liquidación final de la obra

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1.- Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.

- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Real Decreto 1630/1992. Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

2.1.2.- Hormigones

2.1.2.1.- Hormigón estructural

2.1.2.1.1.- Condiciones de suministro

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

2.1.2.1.2.- Recepción y control

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Durante el suministro:

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

Nombre de la central de fabricación de hormigón.

Número de serie de la hoja de suministro.

Fecha de entrega.

Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.

Especificación del hormigón.

En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

Designación.

Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.

Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.

Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.

Tipo de ambiente.

Tipo, clase y marca del cemento.

Consistencia.

Tamaño máximo del árido.

Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.

Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.

Hora límite de uso para el hormigón.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.1.2.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

2.1.2.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Hormigonado en tiempo caluroso:

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.1.3.- Aceros para hormigón armado

2.1.3.1.- Aceros corrugados

2.1.3.1.1.- Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.1.3.1.2.- Recepción y control

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:

Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.

Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.

Aptitud al doblado simple.

Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.

Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:

Marca comercial del acero.

Forma de suministro: barra o rollo.

Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

Composición química.

En la documentación, además, constará:

El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.

Fecha de emisión del certificado.

Durante el suministro:

Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.

La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:

Identificación de la entidad certificadora.

Logotipo del distintivo de calidad.

Identificación del fabricante.

Alcance del certificado.

Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).

Número de certificado.

Fecha de expedición del certificado.

Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

2.1.3.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

Almacenamiento de los productos de acero empleados.

Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.

Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

2.1.3.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

2.1.4.- Aceros para estructuras metálicas

2.1.4.1.- Aceros en perfiles laminados

2.1.4.1.1.- Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

2.1.4.1.2.- Recepción y control

Documentación de los suministros:

Para los productos planos:

Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:

Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).

El tipo de documento de la inspección.

Para los productos largos:

Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

2.1.4.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al director de la ejecución de la obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del director de ejecución de la obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el director de ejecución de la obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (MUROS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de X m², lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de X m² se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de X m², se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de X m², el exceso sobre los X m². Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a X m². Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

2.2.1.- Actuaciones previas

Unidad de obra OXP010: Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera de 10 m de altura máxima de trabajo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera de 10 m de altura máxima de trabajo. Incluso p/p de mantenimiento y seguro de responsabilidad civil.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

FASES DE EJECUCIÓN

Revisión periódica para garantizar su estabilidad y condiciones de seguridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Amortización en forma de alquiler diario, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.

2.2.2.- Acondicionamiento del terreno

Unidad de obra ADL005: Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: **NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra ADE001: Excavación a cielo abierto en suelo de arcilla semidura, con martillo neumático, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Excavación de tierras a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con martillo neumático, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**
- **NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: plano altimétrico de la zona, cota del nivel freático y tipo de terreno que se va a excavar a efecto de su trabajabilidad.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno.

Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por el vaciado.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al director de la ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La excavación quedará limpia y a los niveles previstos, cumpliéndose las exigencias de estabilidad de los cortes de tierras, taludes y edificaciones próximas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que las características geométricas permanecen inamovibles.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

Unidad de obra ADR010: Relleno de zanjas para instalaciones, con zahorra artificial caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de relleno de zanjas para instalaciones, con zahorra artificial caliza y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**
- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **NTE-ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea inferior a 2°C a la sombra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Colocación de cinta o distintivo indicador de la instalación. Compactación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las tierras o áridos de relleno habrán alcanzado el grado de compactación adecuado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las tierras o áridos utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra ADT010: Transporte de tierras dentro de la obra, con carga mecánica sobre camión de 12 t.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra, considerando el tiempo de espera para la carga mecánica, ida, descarga y vuelta. Sin incluir la carga en obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que están perfectamente señalizadas sobre el terreno las zonas de trabajo y vías de circulación, para la organización del tráfico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Transporte de tierras dentro de la obra, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las vías de circulación utilizadas durante el transporte quedarán completamente limpias de cualquier tipo de restos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

2.2.3.- Cimentaciones

Unidad de obra CRL010: Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**
- **CTE. DB-HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del Proyecto.

El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra.

En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie quedará horizontal y plana.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CSZ010: Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³, sin incluir encofrado.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³, sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su

colocación en obra, separadores, armaduras de espera del pilar y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**
- **NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CAV010: Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m³, sin incluir encofrado.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³, sin incluir el encofrado en este precio. Incluso p/p de elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, separadores, y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución: **CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos**.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.4.- Estructuras

Unidad de obra EAS005: Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud total.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**

- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**

- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta y estará ligada con la cimentación. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAS005b: Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x700 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x700 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total. Trabajado y montado en taller. Incluso p/p de taladro central, preparación de bordes, biselado alrededor del taladro para mejorar la unión del perno a la cara superior de la placa, soldaduras, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**

- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**

- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta y estará ligada con la cimentación. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAS010: Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para pilares, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**
- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAT030: Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero galvanizado UNE-EN 10025 S235JRC, en perfiles conformados en frío, piezas simples de las series C o Z, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas mediante tornillos normalizados. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAV010: Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**
- **NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAV010b: Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**
- **NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EAV010c: Acero S235JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse

soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- **CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**
- **NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones. Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.5.- Fachadas y particiones

Unidad de obra FLM010: Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje vertical de cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, con juntas diseñadas para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: **CTE. DB-HE Ahorro de energía.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y horizontalidad adecuados.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de los paneles. Colocación del remate inferior de la fachada. Colocación de juntas. Colocación y fijación del primer panel. Colocación y fijación del resto de paneles, según el orden indicado. Remates.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será resistente y estable frente a las acciones, tanto exteriores como provocadas por el propio edificio. La fachada será estanca y tendrá buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

2.2.6.- Instalaciones

Unidad de obra IOD004: Pulsador de alarma convencional de rearme manual.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Totalmente montado, conexonado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Montaje y conexonado del pulsador de alarma.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOS010: Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**DEL SOPORTE**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN**FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo. Colocación y fijación al paramento mediante elementos de anclaje.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOS020: Señalización de medios de evacuación, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de placa de señalización de medios de evacuación, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**DEL SOPORTE**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN**FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo. Colocación y fijación al paramento mediante elementos de anclaje.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB030: Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero, acabado con pintura color rojo y puerta semiciega de acero, acabado con pintura color rojo; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar, colocada en paramento. Incluso accesorios y elementos de fijación. Totalmente montada, conexionada y probada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de la BIE, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Fijación del armario al paramento. Conexión a la red de distribución de agua.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad y señalización serán adecuadas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOX010: Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

En caso de utilizar en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente montado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de la situación del extintor. Colocación y fijación del soporte.
Colocación del extintor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El extintor quedará totalmente visible. Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.7.- Cubiertas

Unidad de obra QTM010: Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1000 mm de ancho, alma aislante de poliuretano, con una pendiente mayor del 10%.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente mayor del 10%, con paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1000 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, y accesorios, fijados mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de elementos de fijación, accesorios y juntas.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: **CTE. DB-HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

La naturaleza del soporte permitirá el anclaje mecánico de las placas, y su dimensionamiento garantizará la estabilidad, con flecha mínima, del conjunto.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 1°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de los paneles por faldón. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Serán básicas las condiciones de estanqueidad y el mantenimiento de la integridad de la cobertura frente a la acción del viento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.
- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.
- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

E ESTRUCTURAS

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales.

En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

F FACHADAS Y PARTICIONES

Prueba de escorrentía para comprobar la estanqueidad al agua de una zona de fachada mediante simulación de lluvia sobre la superficie de prueba, en el paño más desfavorable.

Prueba de escorrentía, por parte del constructor, y a su cargo, para comprobar la estanqueidad al agua de puertas y ventanas de la carpintería exterior de los huecos de fachada, en al menos un hueco cada 50 m² de fachada y no menos de uno por fachada, incluyendo los lucernarios de cubierta, si los hubiere.

QT INCLINADAS

Prueba de estanqueidad, por parte del constructor, y a su cargo, de cubierta inclinada: Se sujetarán sobre la cumbrera dispositivos de riego para una lluvia simulada de 6 horas ininterrumpidas. No deben aparecer manchas de humedad ni penetración de agua durante las siguientes 48 horas.

I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad.

Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.- Andamios y maquinaria de elevación					
1.1.1.- Plataformas elevadoras					
1.1.1.1	Ud	Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera de 10 m de altura máxima de trabajo.			
		Total Ud	15,000	77,88	1.168,20
		<i>Total subcapítulo 1.1.1.- Plataformas elevadoras:</i>			<u>1.168,20</u>
		<i>Total subcapítulo 1.1.- Andamios y maquinaria de elevación:</i>			<u>1.168,20</u>
		Total presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas :			1.168,20

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- Movimiento de tierras en edificación					
2.1.1.- Desbroce y limpieza					
2.1.1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.			
		Total m ²	1.584,000	0,77	1.219,68
		<i>Total subcapítulo 2.1.1.- Desbroce y limpieza:</i>			<u>1.219,68</u>
2.1.2.- Excavaciones					
2.1.2.1	M ³	Excavación a cielo abierto en suelo de arcilla semidura, con martillo neumático, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		Total m ³	288,207	21,25	6.124,40
		<i>Total subcapítulo 2.1.2.- Excavaciones:</i>			<u>6.124,40</u>
2.1.3.- Rellenos					
2.1.3.1	M ³	Relleno de zanjas para instalaciones, con zahorra artificial caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.			
		Total m ³	237,600	27,96	6.643,30
		<i>Total subcapítulo 2.1.3.- Rellenos:</i>			<u>6.643,30</u>
2.1.4.- Transportes					
2.1.4.1	M ³	Transporte de tierras dentro de la obra, con carga mecánica sobre camión de 12 t.			
		Total m ³	300,000	0,89	267,00
		<i>Total subcapítulo 2.1.4.- Transportes:</i>			<u>267,00</u>
		<i>Total subcapítulo 2.1.- Movimiento de tierras en edificación:</i>			<u>14.254,38</u>
Total presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno :					14.254,38

Presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.- Regularización					
3.1.1.- Hormigón de limpieza					
3.1.1.1	M ²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.			
		Total m ²	329,470	7,71	2.540,21
		<i>Total subcapítulo 3.1.1.- Hormigón de limpieza:</i>			<u>2.540,21</u>
		<i>Total subcapítulo 3.1.- Regularización:</i>			<u>2.540,21</u>
3.2.- Superficiales					
3.2.1.- Zapatas					
3.2.1.1	M ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ , sin incluir encofrado.			
		Total m ³	259,407	143,08	37.115,95
		<i>Total subcapítulo 3.2.1.- Zapatas:</i>			<u>37.115,95</u>
		<i>Total subcapítulo 3.2.- Superficiales:</i>			<u>37.115,95</u>
3.3.- Arriostramientos					
3.3.1.- Vigas entre zapatas					
3.3.1.1	M ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m ³ , sin incluir encofrado.			
		Total m ³	28,800	151,64	4.367,23
		<i>Total subcapítulo 3.3.1.- Vigas entre zapatas:</i>			<u>4.367,23</u>
		<i>Total subcapítulo 3.3.- Arriostramientos:</i>			<u>4.367,23</u>
Total presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones :					44.023,39

Presupuesto parcial nº 4 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1.- Acero					
4.1.1.- Placas de anclaje					
4.1.1.1	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud total.			
		Total Ud	4,000	68,90	275,60
4.1.1.2	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x700 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total.			
		Total Ud	20,000	167,80	3.356,00
		<i>Total subcapítulo 4.1.1.- Placas de anclaje:</i>			<u>3.631,60</u>
4.1.2.- Pilares					
4.1.2.1	Kg	Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
		Total kg	15.782,74 0	2,20	34.722,03
		<i>Total subcapítulo 4.1.2.- Pilares:</i>			<u>34.722,03</u>
4.1.3.- Vigas					
4.1.3.1	Kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
		Total kg	16.544,94 0	2,20	36.398,87
		<i>Total subcapítulo 4.1.3.- Vigas:</i>			<u>36.398,87</u>
4.1.4.- Arriostramientos					
4.1.4.1	Kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
		Total kg	1.899,020	2,20	4.177,84
4.1.4.2	Kg	Acero S235JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
		Total kg	655,740	2,17	1.422,96
		<i>Total subcapítulo 4.1.4.- Arriostramientos:</i>			<u>5.600,80</u>

Presupuesto parcial nº 4 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1.5.- Correas					
4.1.5.1	Kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.			
		Total kg	20.361,00 0	2,72	55.381,92
					55.381,92
					135.735,22
					135.735,22

Presupuesto parcial nº 5 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1.- Fachadas ligeras					
5.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos					
5.1.1.1	M ²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.			
		Total m ²	1.386,000	51,10	70.824,60
		<i>Total subcapítulo 5.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos:</i>			<u>70.824,60</u>
		<i>Total subcapítulo 5.1.- Fachadas ligeras:</i>			<u>70.824,60</u>
		Total presupuesto parcial nº 5 Fachadas y particiones :			70.824,60

Presupuesto parcial nº 6 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1.- Inclinas					
6.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos					
6.1.1.1	M ²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1000 mm de ancho, alma aislante de poliuretano, con una pendiente mayor del 10%.			
		Total m ²	1.595,880	27,45	43.806,91
		<i>Total subcapítulo 6.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos:</i>			<u>43.806,91</u>
		<i>Total subcapítulo 6.1.- Inclinas:</i>			<u>43.806,91</u>
		Total presupuesto parcial nº 6 Cubiertas :			43.806,91

Presupuesto parcial nº 7 Instalaciones

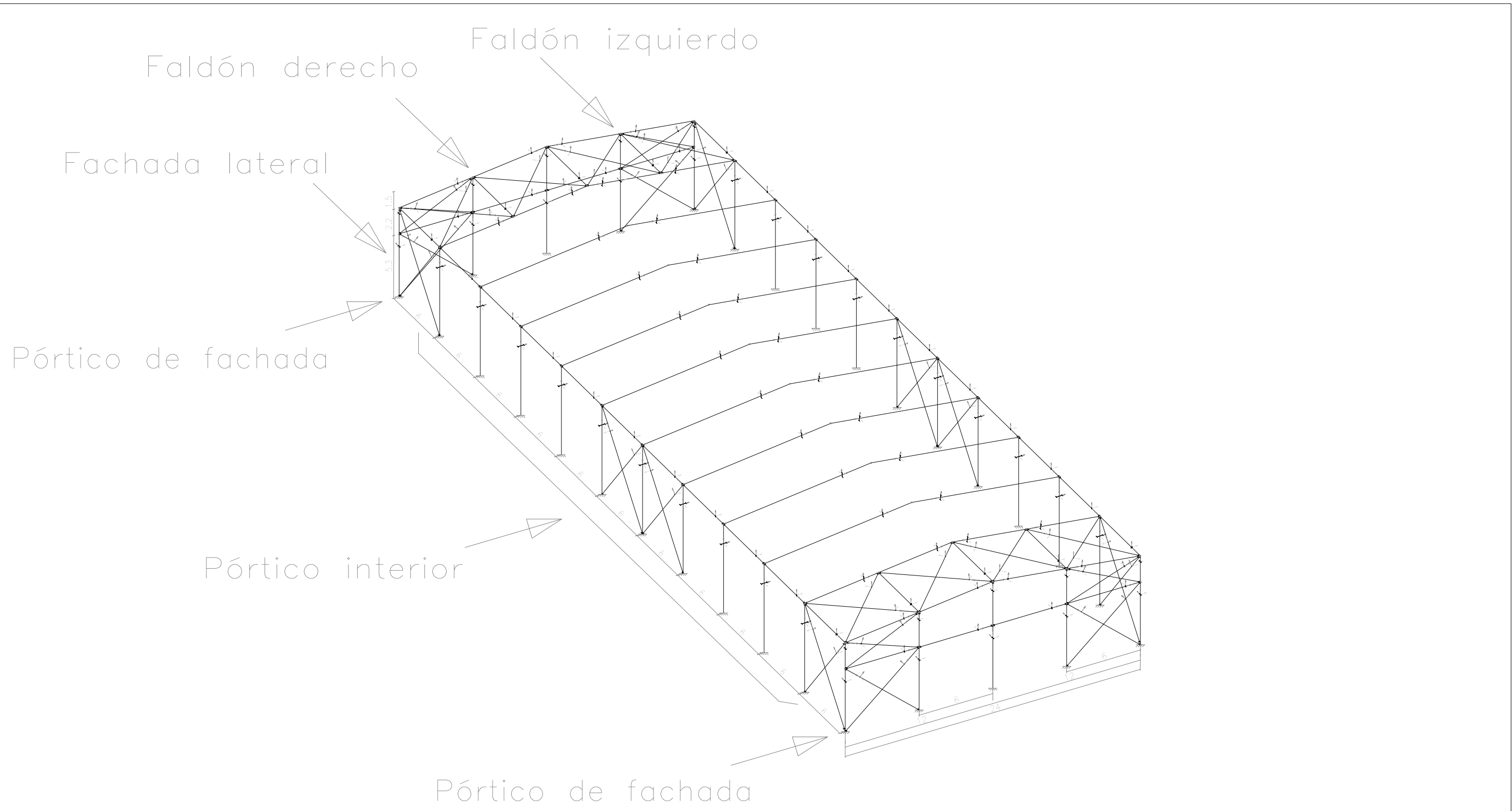
Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1.- Contra incendios					
7.1.1	M ²	Protección pasiva contra incendios de estructura metálica con pintura intumescente y aplicación de una mano de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, color gris, hasta conseguir una resistencia al fuego de 30 minutos.			
		Total m ²	724,298	28,00	20.280,34
7.1.2.- Detección y alarma					
7.1.2.1	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual.			
		Total Ud	11,000	30,18	331,98
		<i>Total subcapítulo 7.1.2.- Detección y alarma:</i>			<u>331,98</u>
7.1.3.- Extintores					
7.1.3.1	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor.			
		Total Ud	11,000	45,65	502,15
		<i>Total subcapítulo 7.1.3.- Extintores:</i>			<u>502,15</u>
7.1.4.- Sistema de bocas de incendio equipadas					
7.1.4.1	Ud	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero, acabado con pintura color rojo y puerta semiciega de acero, acabado con pintura color rojo; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.			
		Total Ud	2,000	419,54	839,08
		<i>Total subcapítulo 7.1.4.- Sistema de bocas de incendio equipadas:</i>			<u>839,08</u>
7.1.5.- Señalización					
7.1.5.1	Ud	Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
		Total Ud	22,000	7,37	162,14
7.1.5.2	Ud	Señalización de medios de evacuación, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
		Total Ud	24,000	7,37	176,88
		<i>Total subcapítulo 7.1.5.- Señalización:</i>			<u>339,02</u>
		<i>Total subcapítulo 7.1.- Contra incendios:</i>			<u>22.292,57</u>
Total presupuesto parcial nº 7 Instalaciones :					22.292,57

Presupuesto de ejecución material

1 Actuaciones previas	1.168,20
1.1.- Andamios y maquinaria de elevación	1.168,20
1.1.1.- Plataformas elevadoras	1.168,20
2 Acondicionamiento del terreno	14.254,38
2.1.- Movimiento de tierras en edificación	14.254,38
2.1.1.- Desbroce y limpieza	1.219,68
2.1.2.- Excavaciones	6.124,40
2.1.3.- Rellenos	6.643,30
2.1.4.- Transportes	267,00
3 Cimentaciones	44.023,39
3.1.- Regularización	2.540,21
3.1.1.- Hormigón de limpieza	2.540,21
3.2.- Superficiales	37.115,95
3.2.1.- Zapatas	37.115,95
3.3.- Arriostramientos	4.367,23
3.3.1.- Vigas entre zapatas	4.367,23
4 Estructuras	135.735,22
4.1.- Acero	135.735,22
4.1.1.- Placas de anclaje	3.631,60
4.1.2.- Pilares	34.722,03
4.1.3.- Vigas	36.398,87
4.1.4.- Arriostramientos	5.600,80
4.1.5.- Correas	55.381,92
5 Fachadas y particiones	70.824,60
5.1.- Fachadas ligeras	70.824,60
5.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos	70.824,60
6 Cubiertas	43.806,91
6.1.- Inclinas	43.806,91
6.1.1.- Paneles sándwich aislantes metálicos	43.806,91

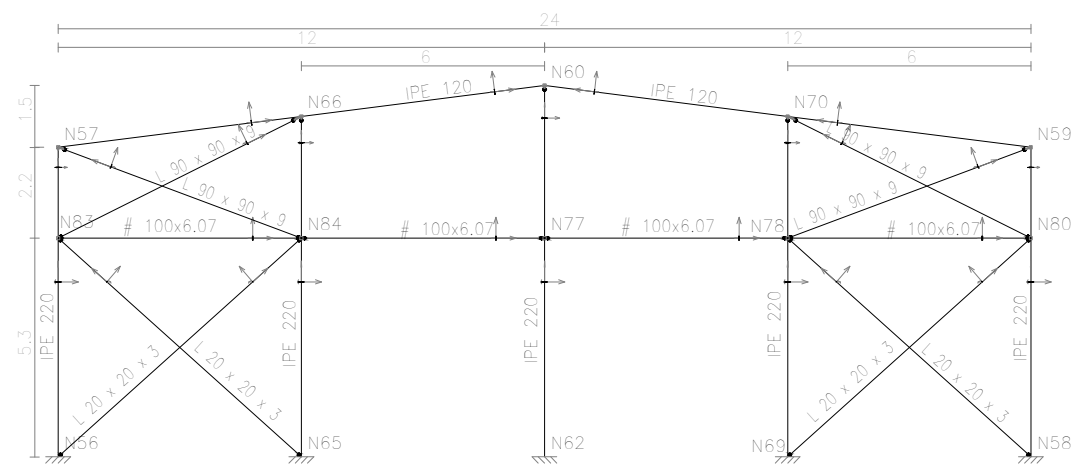
7 Instalaciones	22.292,57
7.1.- Contra incendios	22.292,57
7.1.2.- Detección y alarma	331,98
7.1.3.- Extintores	502,15
7.1.4.- Sistema de bocas de incendio equipadas	839,08
7.1.5.- Señalización	339,02
Total	<u>332.105,27</u>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL CIENTO CINCO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS.

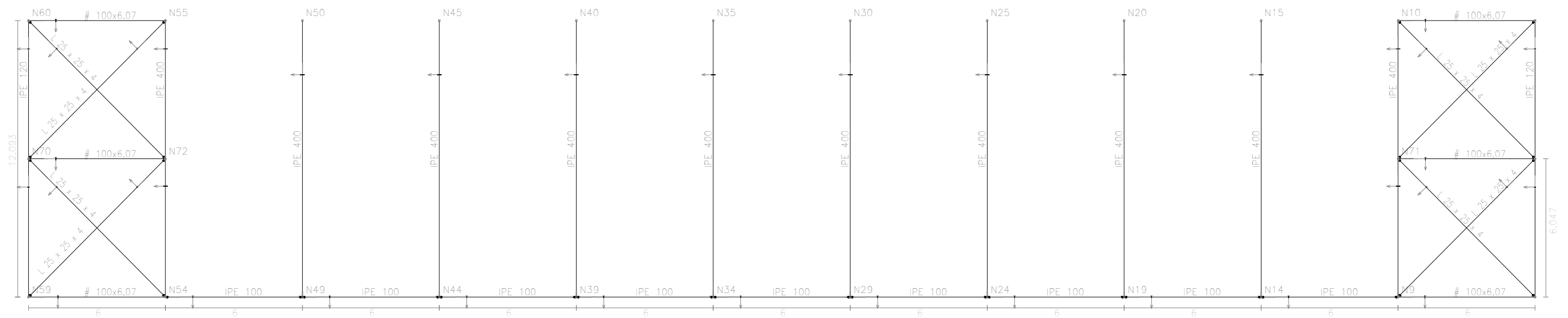


Autor: Francisco Trescolí Lozano		
1:300	Estructura 3D	
Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto		Plano 1

2D: Pórtico de fachada



2D: Faldón derecho



Autor: Francisco Trescolí Lozano

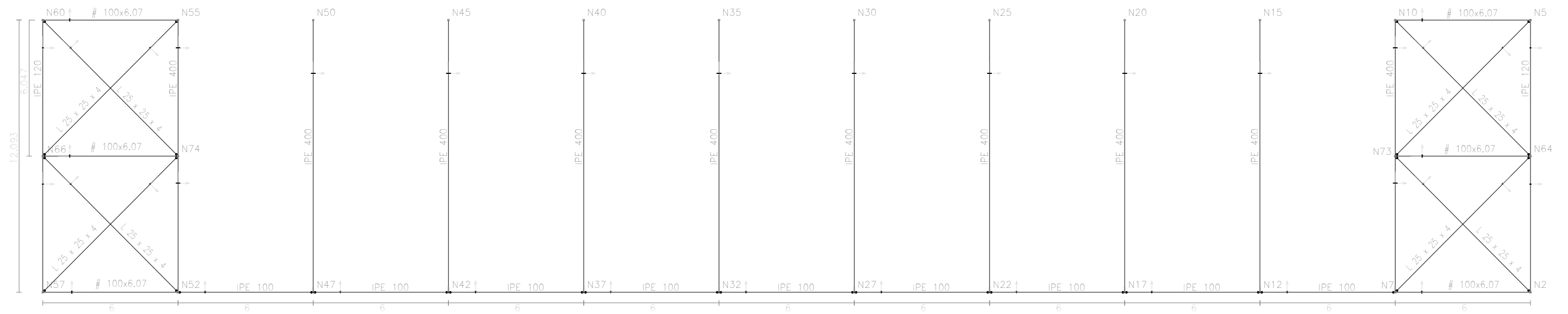
1:200

Pórtico de fachada y Faldón derecho

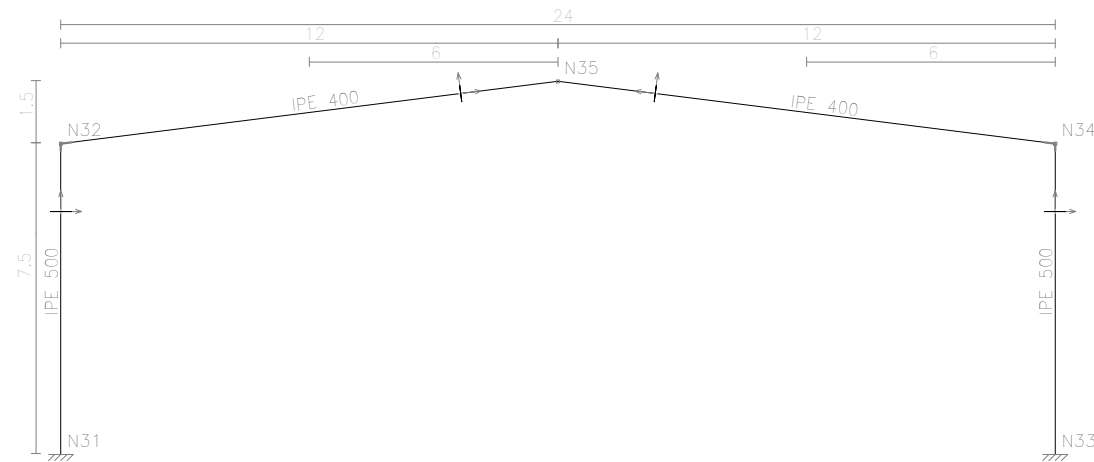
Diseño y cálculo de una nave industrial con
puente grúa para el almacenamiento de
motocicletas y piezas de repuesto

Plano 2

2D: Faldón izquierdo



2D: Pórtico interior



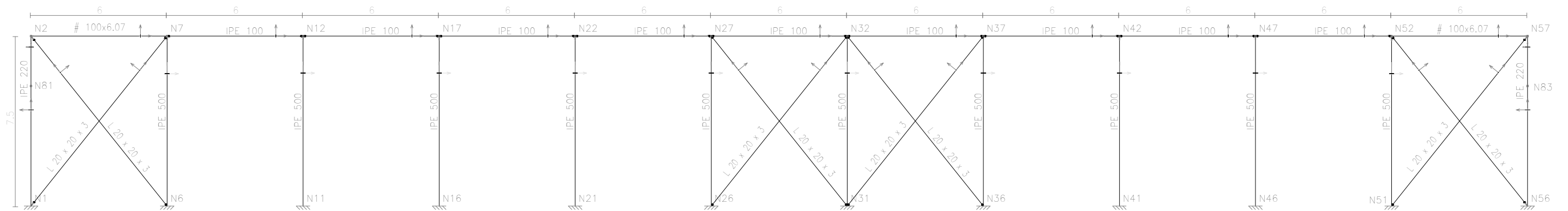
Autor: Francisco Trescolí Lozano

1:200

Pórtico interior y Faldón izquierdo

Diseño y cálculo de una nave industrial con
puente grúa para el almacenamiento de
motocicletas y piezas de repuesto

Plano 3



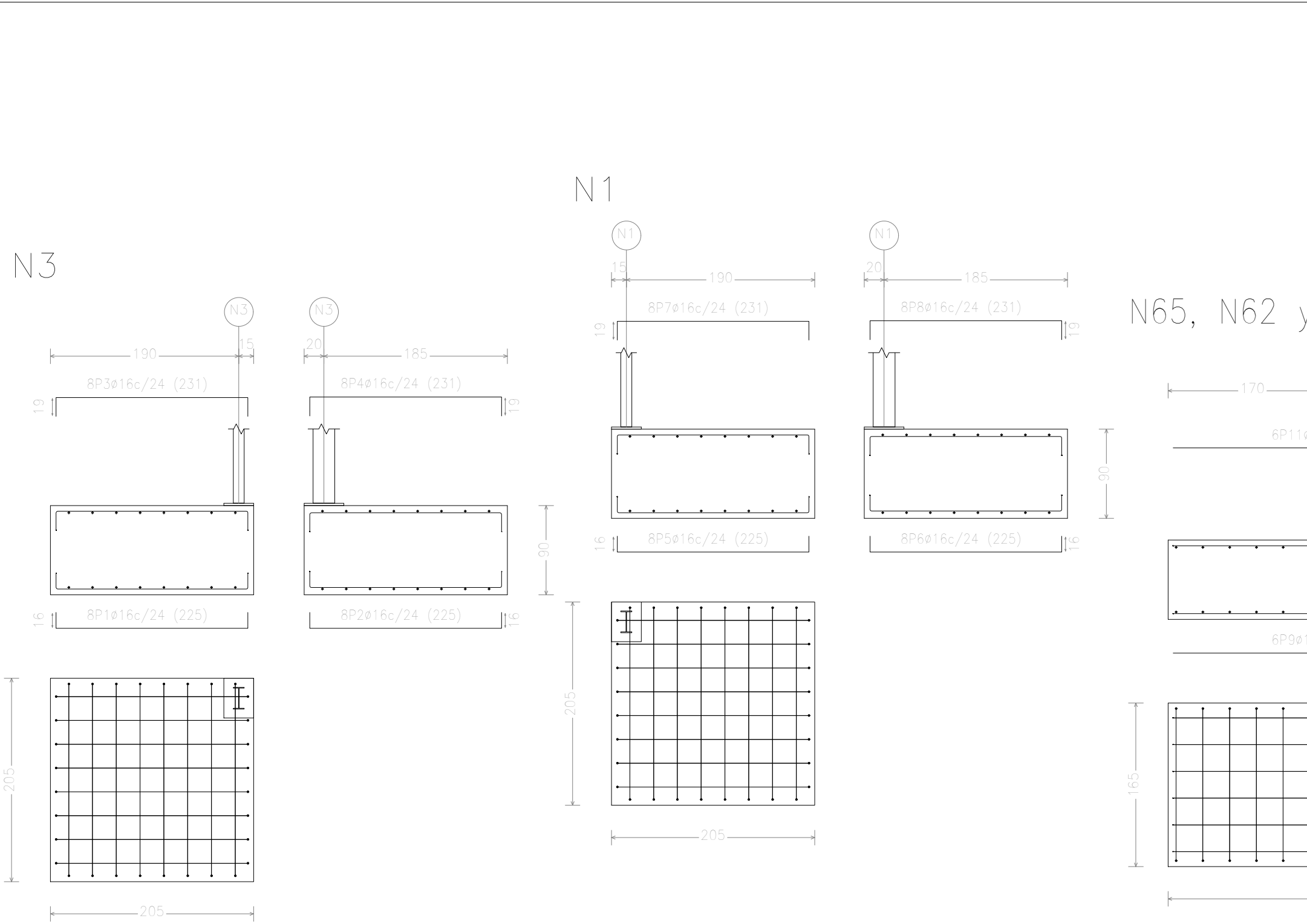
Autor: Francisco Trescolí Lozano

1:200

Fachada lateral

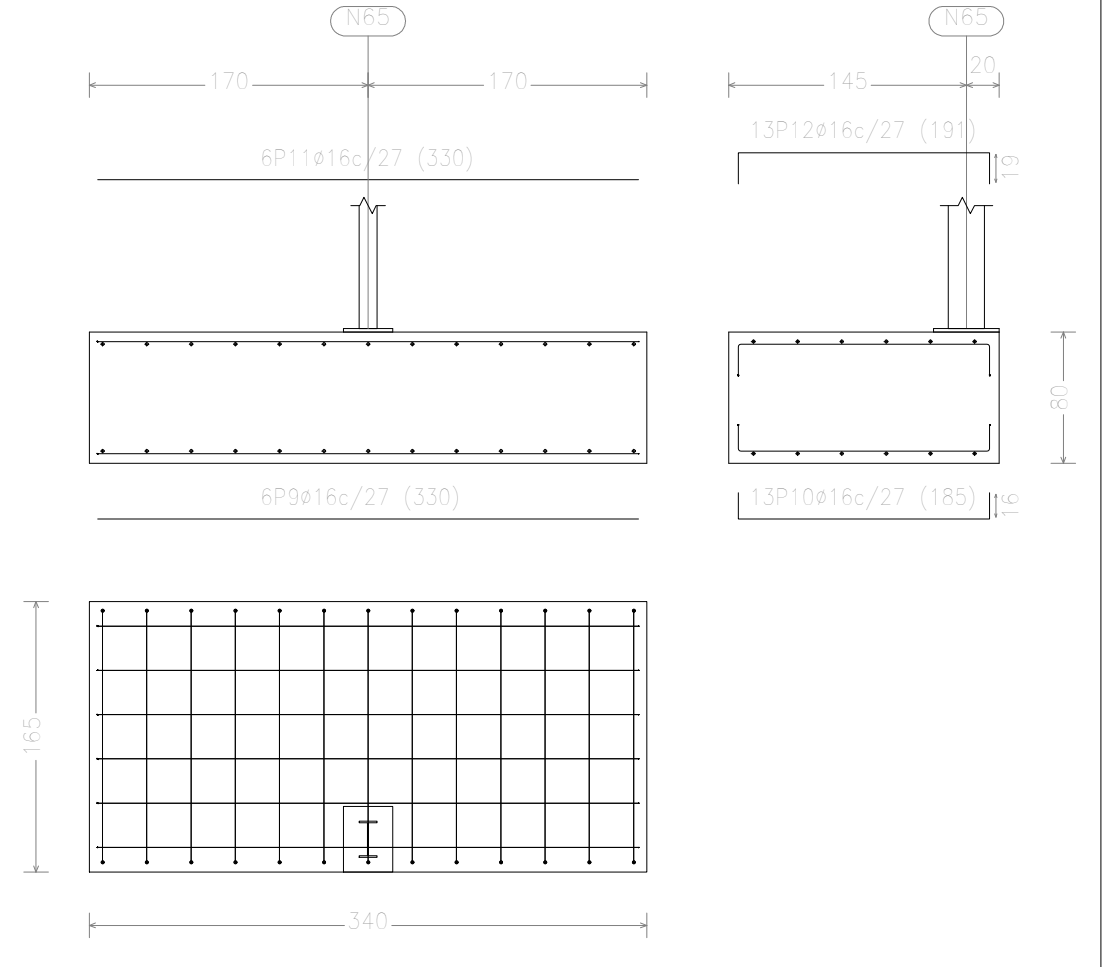
Diseño y cálculo de una nave industrial con
puente grúa para el almacenamiento de
motocicletas y piezas de repuesto

Plano 4



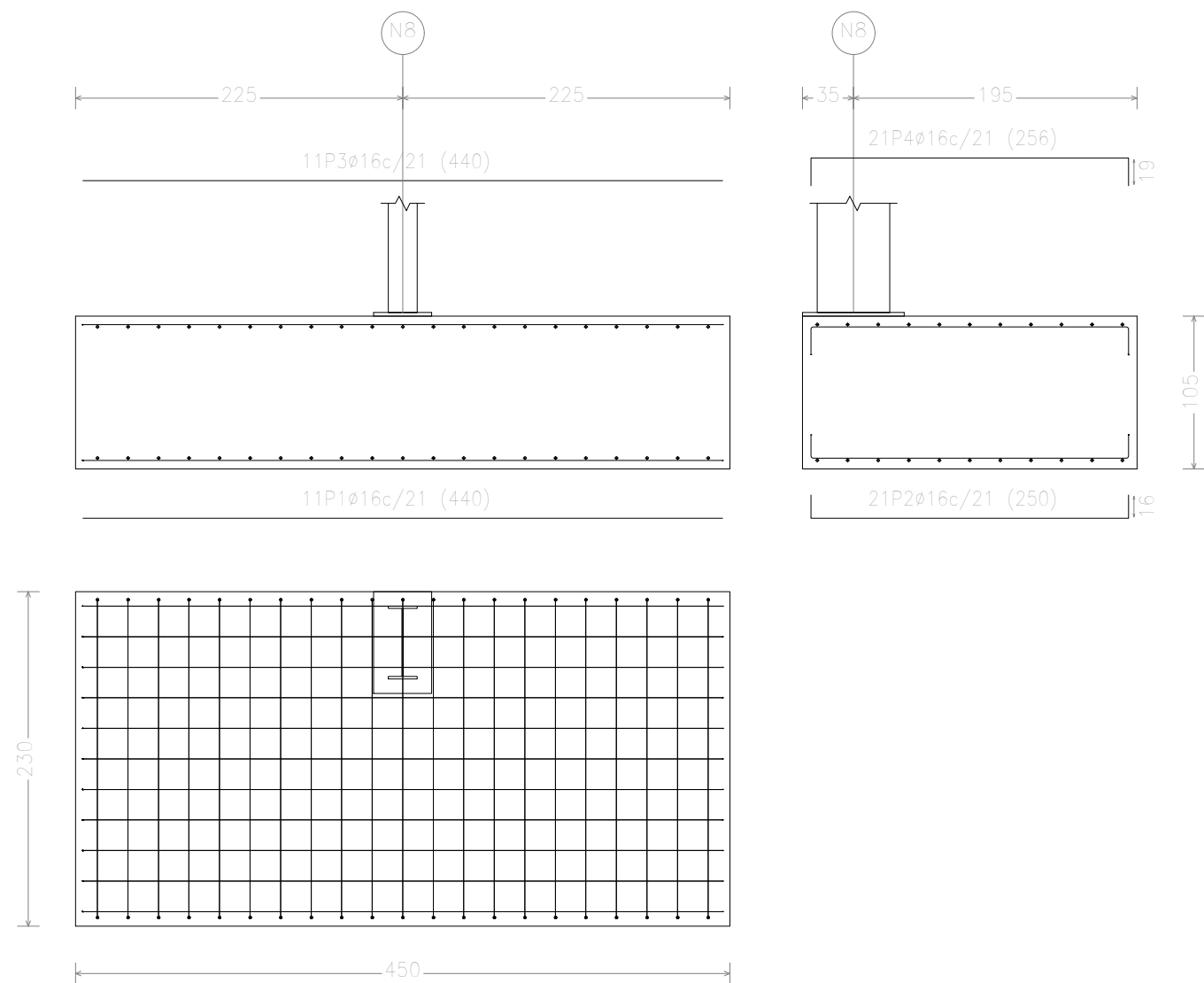
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N3	1	ø16	8	225	1800	28.4
	2	ø16	8	225	1800	28.4
	3	ø16	8	231	1848	29.2
	4	ø16	8	231	1848	29.2
Total+10%:						126.7
N1	5	ø16	8	225	1800	28.4
	6	ø16	8	225	1800	28.4
	7	ø16	8	231	1848	29.2
	8	ø16	8	231	1848	29.2
Total+10%:						126.7
N65=N62=N69	9	ø16	6	330	1980	31.3
	10	ø16	13	185	2405	38.0
	11	ø16	6	330	1980	31.3
	12	ø16	13	191	2483	39.2
Total+10%:						153.8
(x3):						461.4
ø16:						714.8
Total:						714.8

N65, N62 y N69

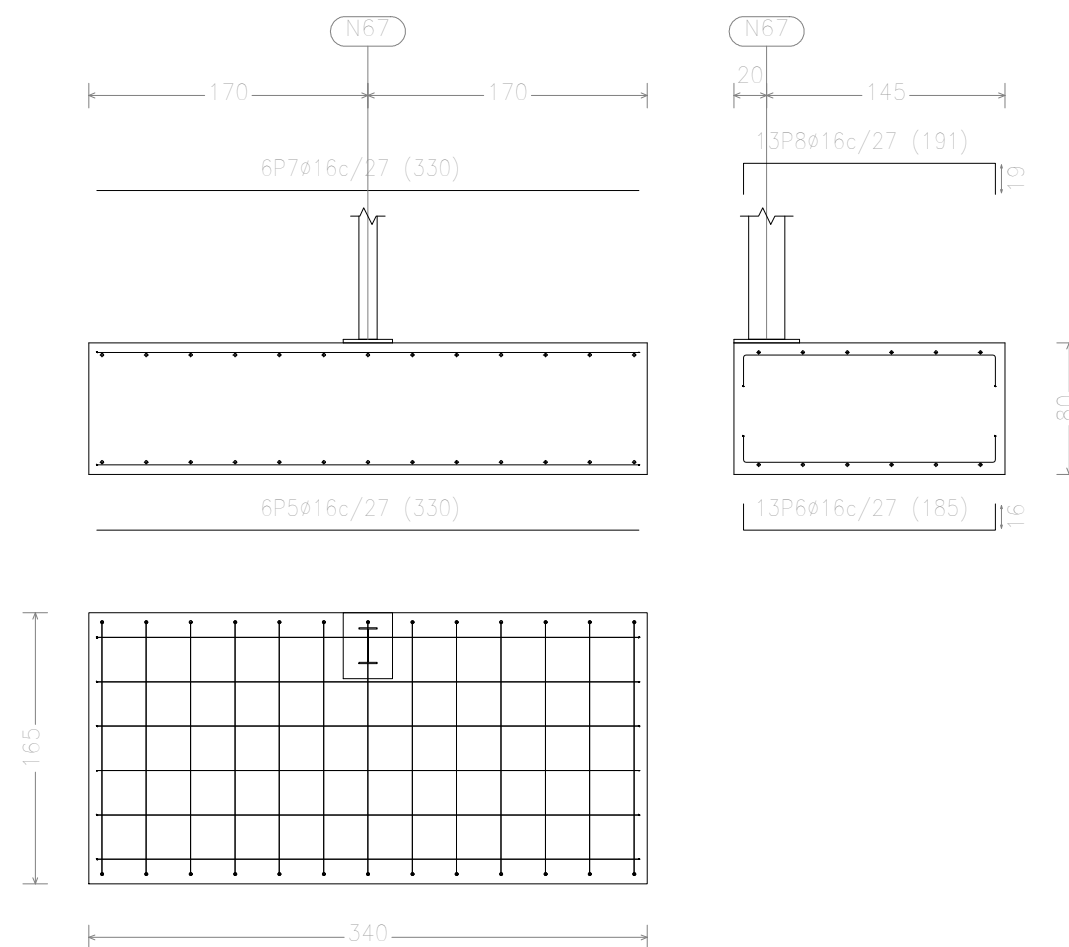


Autor: Francisco Trescolí Lozano		
1:200	Zapatas	
Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto		Plano 5

N8, N53, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13



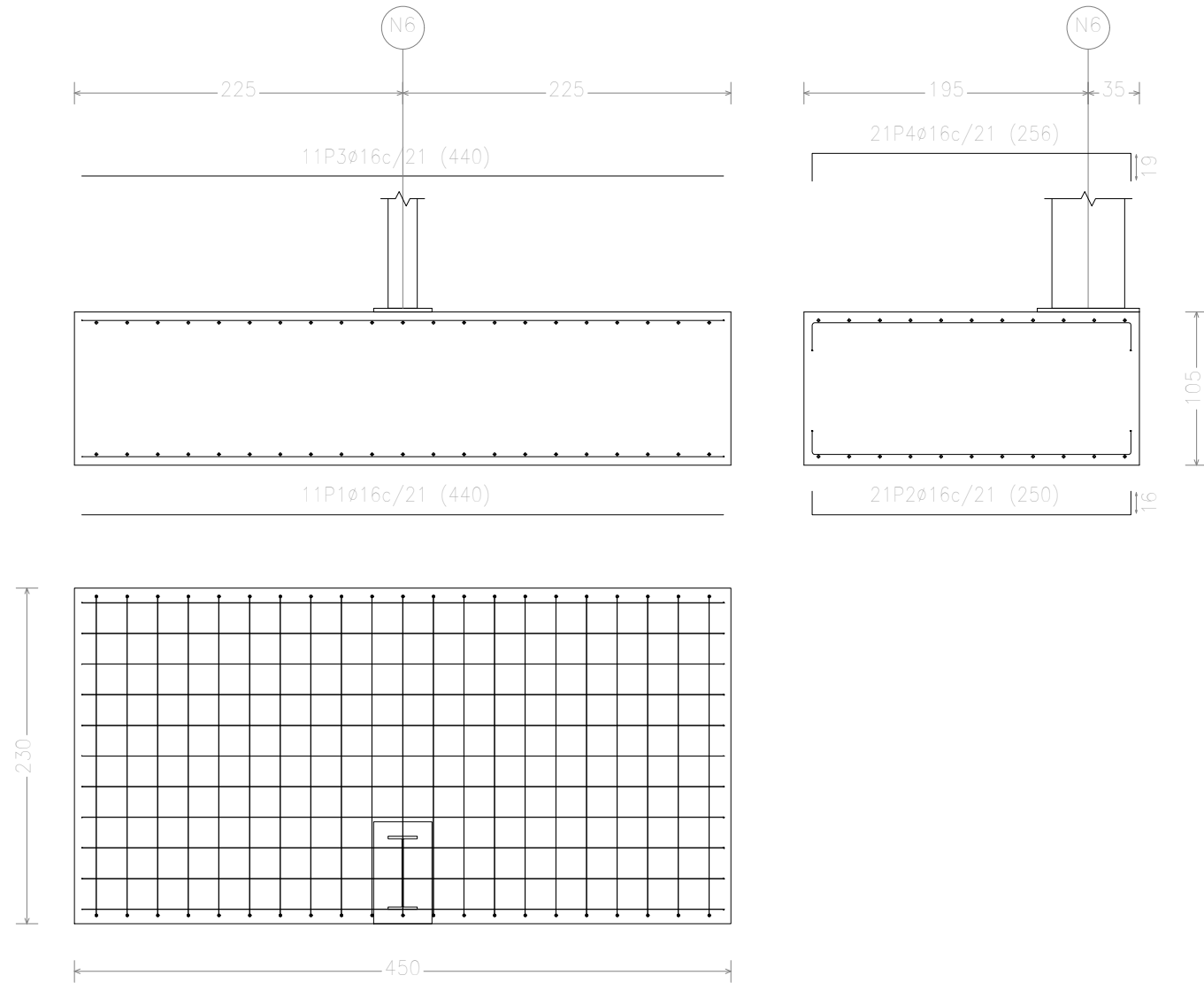
N67, N61 y N63



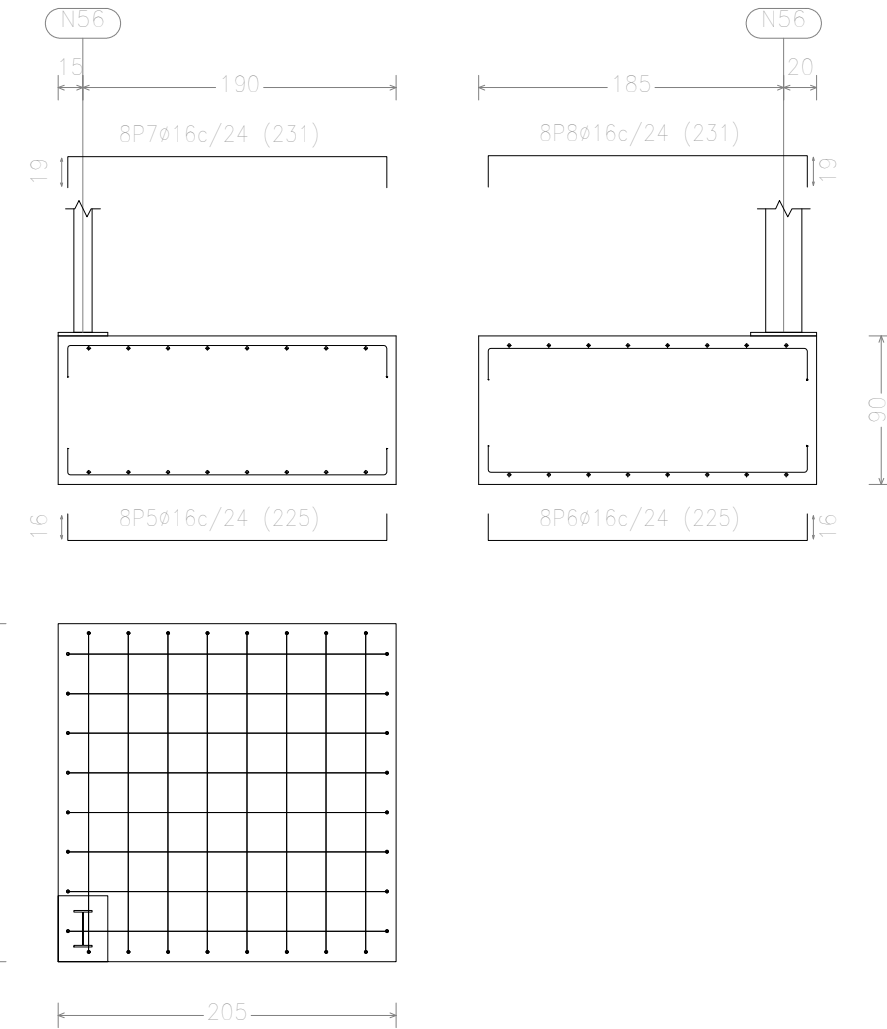
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S. Ys=1.15 (kg)
N8=N53=N48=N43=N38=N33 N28=N23=N18=N13	1	Ø16	11	440	4840	76.4
	2	Ø16	21	250	5250	82.9
	3	Ø16	11	440	4840	76.4
	4	Ø16	21	256	5376	84.9
Total+10%: (x10):						352.7 3527.0
N67=N61=N63	5	Ø16	6	330	1980	31.3
	6	Ø16	13	185	2405	38.0
	7	Ø16	6	330	1980	31.3
	8	Ø16	13	191	2483	39.2
Total+10%: (x3):						153.8 461.4
Ø16:						3988.4
Total:						3988.4

Autor: Francisco Trescolí Lozano		
1:200	Zapatas	
Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto		Plano 6

N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46 y N51



N56



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N6=N11=N16=N21=N26=N31 N36=N41=N46=N51	1	ø16	11	440	4840	76.4
	2	ø16	21	250	5250	82.9
	3	ø16	11	440	4840	76.4
	4	ø16	21	256	5376	84.9
Total+10%: (x10):						352.7 3527.0
N56	5	ø16	8	225	1800	28.4
	6	ø16	8	225	1800	28.4
	7	ø16	8	231	1848	29.2
	8	ø16	8	231	1848	29.2
Total+10%:						126.7
ø16:						3653.7
Total:						3653.7

Autor: Francisco Trescolí Lozano

1:200

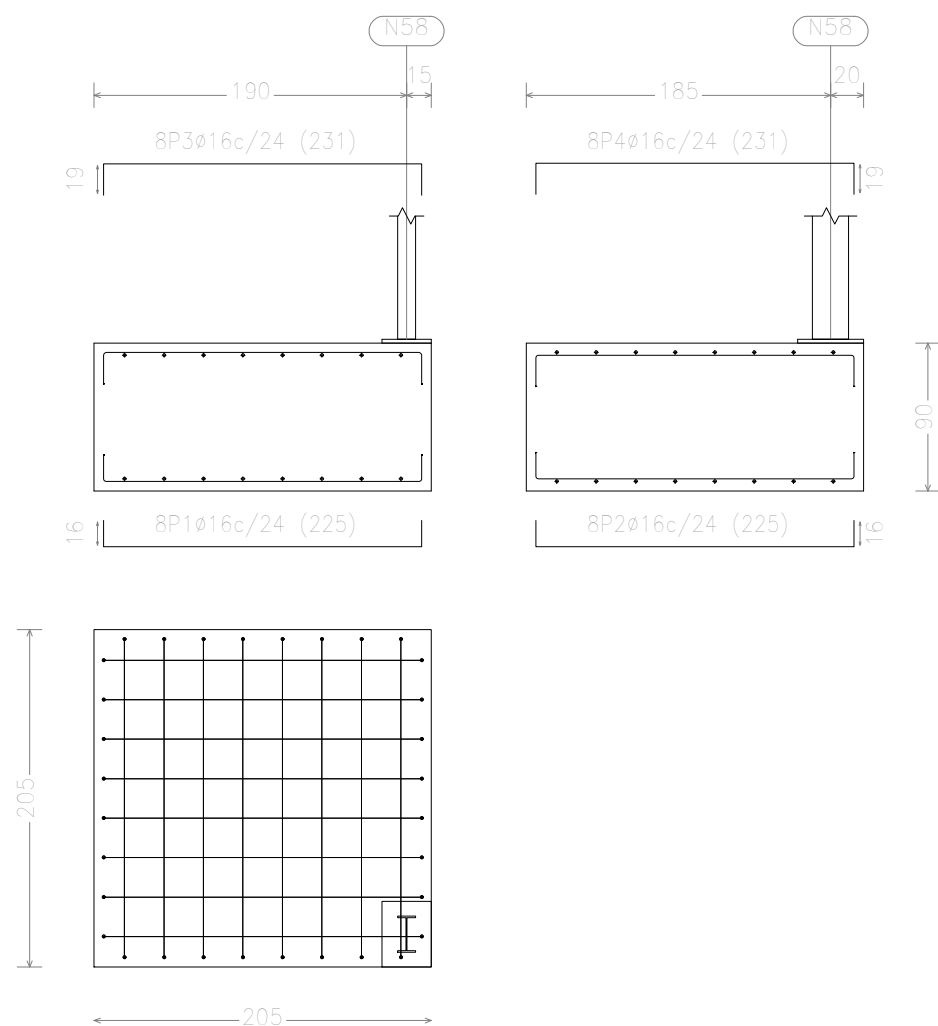
Zapatas

Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto

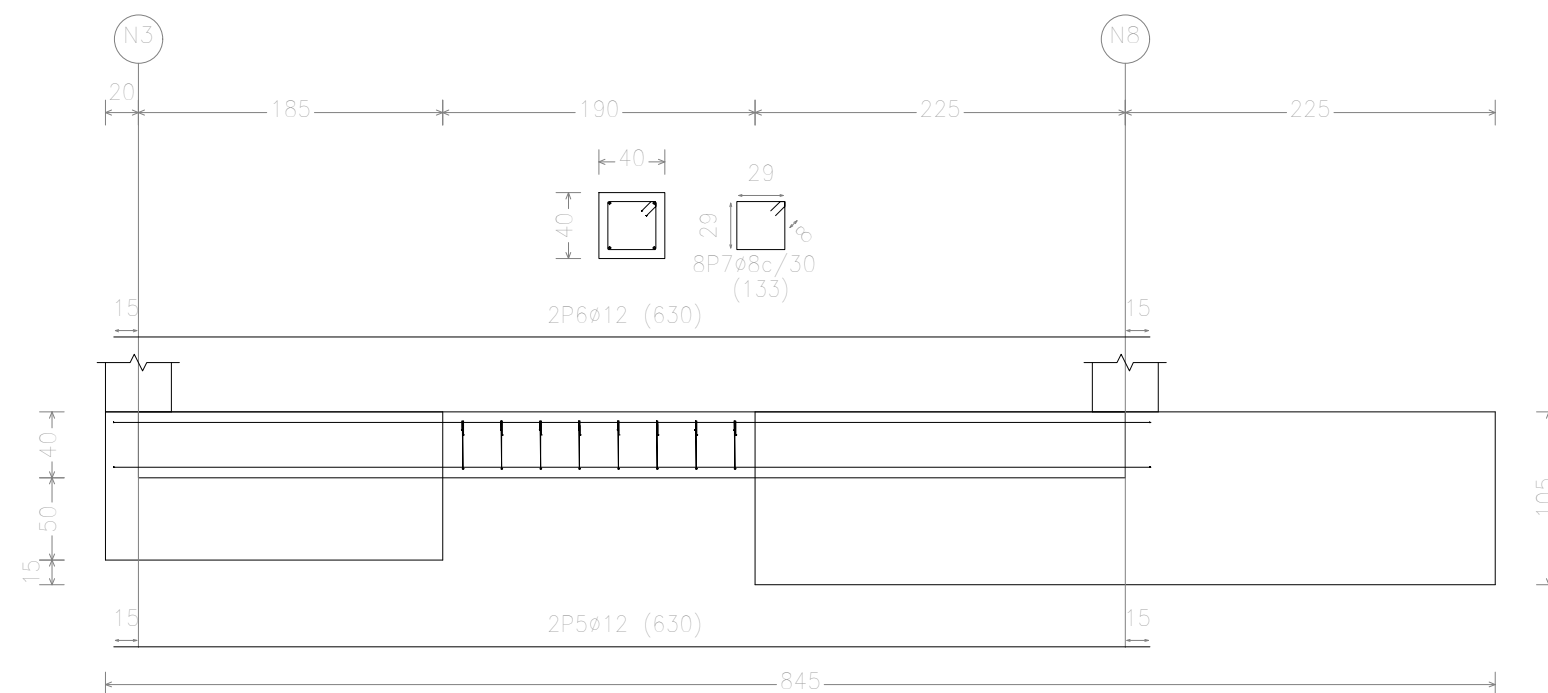
Plano 7

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N58	1	ø16	8	225	1800	28.4
	2	ø16	8	225	1800	28.4
	3	ø16	8	231	1848	29.2
	4	ø16	8	231	1848	29.2
Total+10%:						126.7
C [N3-N8]=C [N8-N13]	5	ø12	2	630	1260	11.2
C [N13-N18]=C [N18-N23]	6	ø12	2	630	1260	11.2
C [N23-N28]=C [N28-N33]	7	ø8	8	133	1064	4.2
C [N33-N38]=C [N38-N43]						
C [N43-N48]=C [N48-N53]						
C [N53-N58]=C [N69-N62]						
C [N62-N65]=C [N56-N51]						
C [N51-N46]=C [N46-N41]						
C [N41-N36]=C [N36-N31]						
C [N31-N26]=C [N26-N21]						
C [N21-N16]=C [N16-N11]						
C [N11-N6]=C [N6-N1]						
C [N67-N61]=C [N61-N63]						
Total+10%:						29.3
(x2ø):						761.8
						ø8: 122.2
						ø12: 639.6
						ø16: 126.7
						Total: 888.5

N58



C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43],
 C [N43-N48], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N69-N62], C [N62-N65], C [N56-N51], C [N51-N46],
 C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11],
 C [N11-N6], C [N6-N1], C [N67-N61] y C [N61-N63]



Autor: Francisco Trescolí Lozano

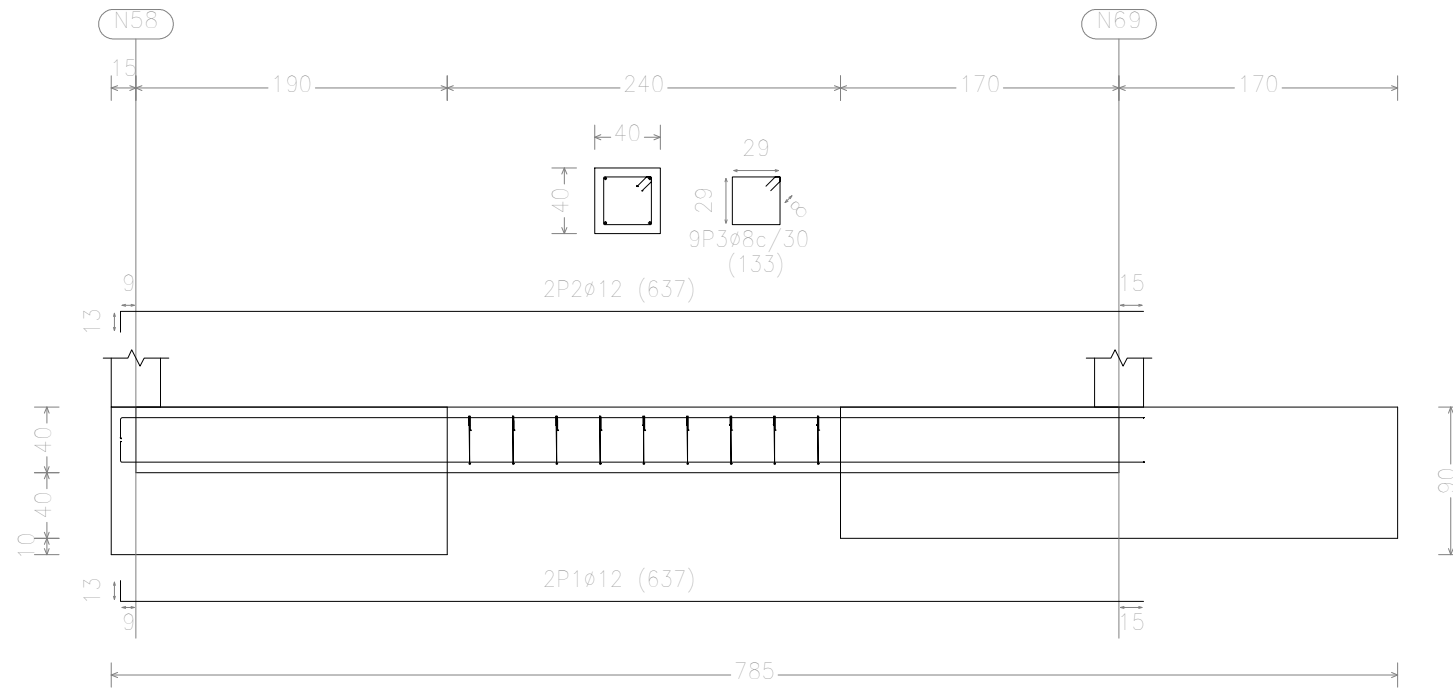
1:200

Zapatas y vigas de atado

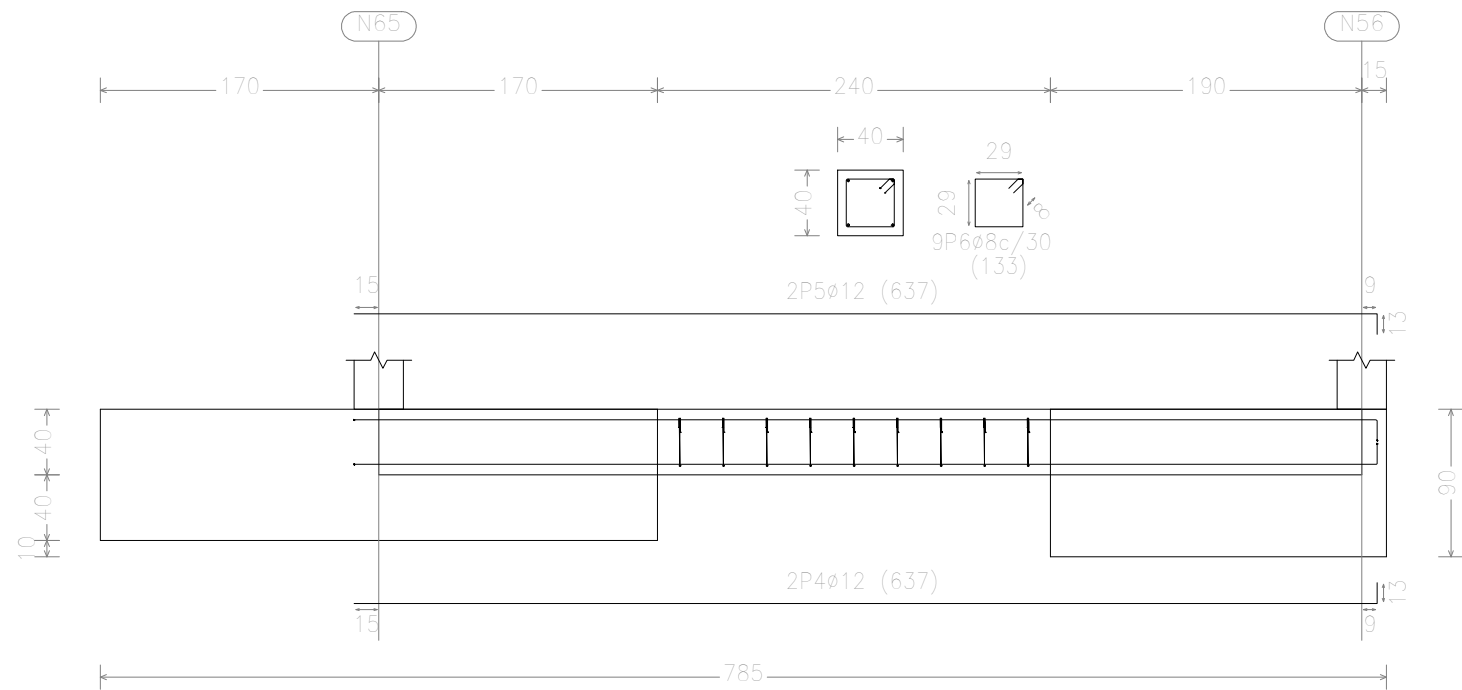
Diseño y cálculo de una nave industrial con
 puente grúa para el almacenamiento de
 motocicletas y piezas de repuesto

Plano 8

C [N58-N69] y C [N3-N67]

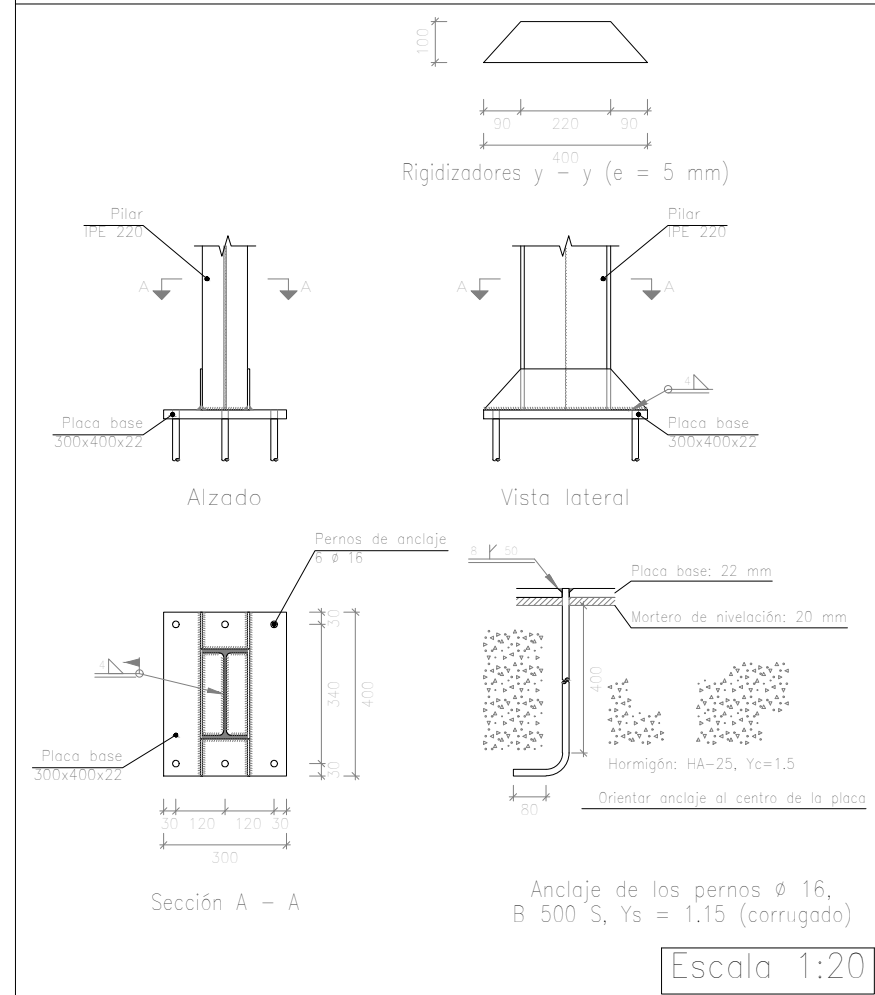


C [N65-N56] y C [N63-N1]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N58-N69]=C [N3-N67]	1	Ø12	2	637	1274	11.3
	2	Ø12	2	637	1274	11.3
	3	Ø8	9	133	1197	4.7
Total+10% (x2):						30.0
C [N65-N56]=C [N63-N1]	4	Ø12	2	637	1274	11.3
	5	Ø12	2	637	1274	11.3
	6	Ø8	9	133	1197	4.7
Total+10% (x2):						30.0
Ø8:						20.4
Ø12:						99.6
Total:						120.0

Tipo 1



Autor: Francisco Trescolí Lozano

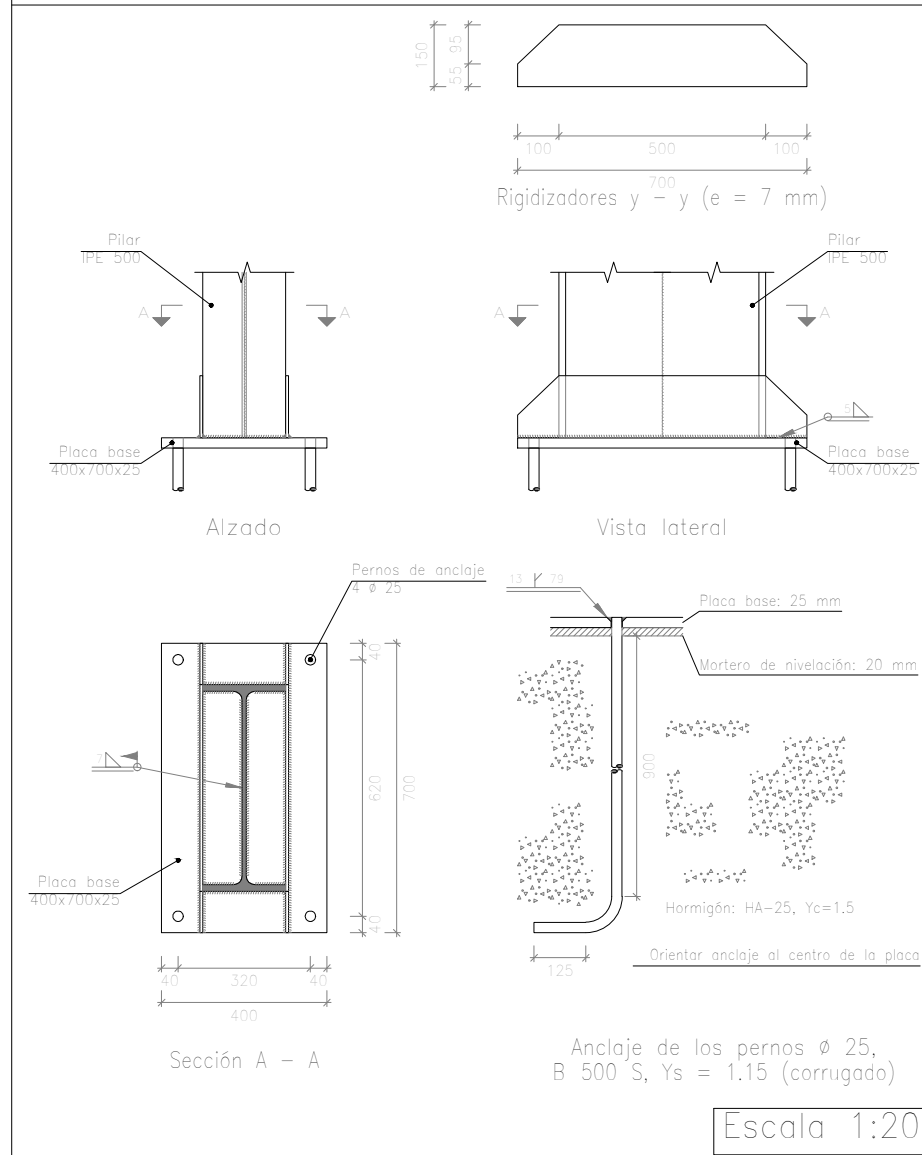
1:200

Vigas de atado y placas de anclaje

Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto

Plano 9

Tipo 2



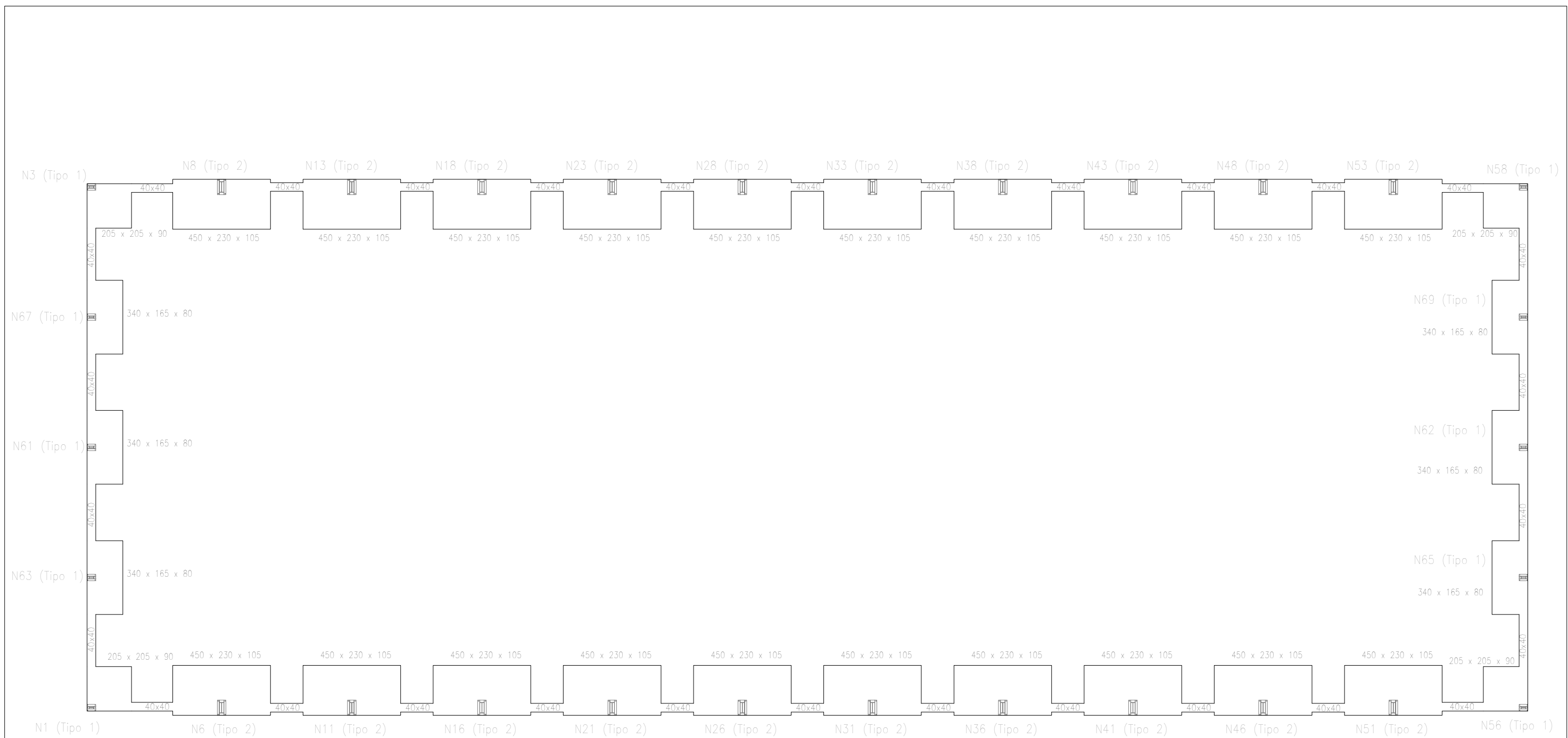
Autor: Francisco Trescolí Lozano

1:20

Placa de anclaje tipo 2

Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto

Plano 10



Autor: Francisco Trescolí Lozano	
1:200	Plano de cimentación
Diseño y cálculo de una nave industrial con puente grúa para el almacenamiento de motocicletas y piezas de repuesto	Plano 11