



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

# **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1820 m<sup>2</sup> SITUADO EN PUERTO DE SAGUNTO**

AUTOR: PEDRO CARLOS CONTRÍ SOLBES

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: JUAN JAIME CANO HURTADO

**Curso Académico: 2013-14**



## **ÍNDICE GENERAL**

- 1. DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 2. DOCUMENTO 2: ANEXOS DE CÁLULO**
- 3. DOCUMENTO 3: PLANOS**
- 4. DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**





# DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

---





## INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL TRABAJO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
2.1	Antecedentes	1
2.2	Motivación	1
<b>3</b>	<b>NORMATIVA APLICADA</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>SITUACIÓN y emplazamiento</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>REQUERIMIENTOS ESPACIALES</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b>	<b>8</b>
6.1	Actuaciones previas	9
6.2	Cimentación	9
6.2.1	Hormigón de limpieza	10
6.2.2	Zapatas	10
6.2.3	Vigas de atado	13
6.3	Elementos estructurales	15
6.3.1	Placa de anclaje	15
6.3.2	Pórtico interior	18
6.3.3	Pórtico de fachada	18
6.3.4	Sistema a contraviento (viga contraviento, arriostramiento de fachada lateral, viga perimetral)	19
6.4	Elementos constructivos	21
6.4.1	Cubierta	21
6.4.2	Fachadas laterales y frontales	22
6.4.3	Solera	23
6.5	Materiales	23
6.5.1	Acero	23
6.5.2	Hormigón	24
<b>7</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>25</b>





# MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1 OBJETO DEL TRABAJO

El presente documento forma parte del Trabajo Final de Grado (TFG) del alumno Pedro Carlos Contrí Solbes, matriculado en la titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI).

Este TFG tiene como objeto el cálculo estructural de un edificio industrial con estructura metálica de 1820 m<sup>2</sup> situado en el polígono industrial del Puerto de Sagunto, "Parc Sagunt".

## 2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

### 2.1 Antecedentes

La empresa alicantina LLACER INSTALACIONES Y SERVICIOS S.L., que se dedica a instalaciones y trabajos de fontanería, albañilería y eléctricas en general, instalación de sistemas de frío/calor, y acondicionamiento de aire, así como al comercio al por mayor y al por menor de materiales y aparatos eléctricos, pretende abrir un pequeño almacén para abastecer la zona norte de Valencia.

El promotor ha adquirido una parcela de 17.088m<sup>2</sup> en el polígono Parc Sagunt. En dicha parcela se quiere instalar el edificio industrial de 1820 m<sup>2</sup>, no existiendo ningún tipo de construcción anterior.

De manera, que solo se requerirá el acondicionamiento básico del terreno, es decir, no hará falta ningún tipo de derribo o proceso similar.

### 2.2 Motivación

La principal motivación para la realización de este TFG es la finalización del Grado en Tecnologías Industriales y con ello la acreditación del título correspondiente, que permite o bien la apertura de las puertas al mundo laboral, o bien la continuación y ampliación de la formación académica en el Master.

La elección de este tipo de TFG proviene del interés que han generado en mí a lo largo de la carrera asignaturas como: Tecnología de la construcción, Estructuras o Resistencia y elasticidad de materiales.

Todo lo anterior junto a la asignatura de Proyectos, han motivado la elección de este TFG.

### 3 NORMATIVA APLICADA

La normativa aplicada y que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el TFG ha sido la normativa vigente en España, el Real Decreto 1247/2008, del 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), el Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, que se aplica a obras de edificación de nueva construcción, salvo construcciones sencillas y pequeñas no residenciales o públicas, de una sola planta. Así como la normativa vinculada al polígono industrial Parc Sagunt.

La parte I del RD 314/2006 establece las *exigencias básicas* que deben cumplir los edificios y sus instalaciones para cumplir los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

La parte II, desarrolla los documentos básicos, que establecen los procedimientos para la comprobación de las *exigencias básicas*.

<b>DB-SE</b>	Seguridad Estructural
<b>DB-SI</b>	Seguridad en caso de incendio
<b>DB-SUA</b>	Seguridad de Utilización y Accesibilidad
<b>DB-HS</b>	Salubridad
<b>DB-HR</b>	Protección frente al ruido
<b>DB_HE</b>	Ahorro de Energía

**Tabla 3-1**

Existe otro documento, el Documento Básico sobre Seguridad Estructural, DB-SE, en el que se establecen las bases de cálculo, reglas y procedimientos que permitan cumplirlas independientemente del material empleado en su construcción, en el que se cubren las *exigencias básicas*:

<b>SE-1</b>	Resistencia y Estabilidad
<b>SE-2</b>	Aptitud al servicio

**Tabla 3-2**

Además, hay un documento básico común a todo tipo de estructura, que permite determinar las acciones actuantes sobre las estructuras, es el DBSE-AE de Acciones en la Edificación.

El campo de aplicación del SE-AE es de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos, exigencias básicas, de seguridad estructural, capacidad portante y estabilidad, y aptitud al servicio establecido en el DB-SE.

Se desarrollan también otros documentos básicos y normativas que establecen parámetros objetivos y procedimientos que permiten verificar las exigencias básicas del requisito básico de seguridad estructural.

<b>DB SE-C</b>	Cimientos
<b>DB SE-A</b>	Acero
<b>DB SE-F</b>	Fábrica
<b>DB SE-M</b>	Madera
<b>EHE (2008)</b>	Instrucción de Hormigón Estructural
<b>EAE (2011)</b>	Instrucción de Acero Estructural

**Tabla 3-3**

#### 4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La parcela en la que se situara el edificio industrial está situada al este de España, en la Comunidad Valenciana, en la localidad de Puerto de Sagunto ubicación que podemos comprobar en el plano nº1 del documento *Planos*. Dentro del polígono la parcela sobre la que situaremos el edificio industrial es la I-1.3, ubicación que se puede ver en el plano nº3 del documento *Planos*.



**Imagen 4-1: Vista aérea polígono.**

Puerto de Sagunto se sitúa al sur de Almenara y de Canet de Berenguer, al este del núcleo histórico de Sagunto, al oeste del mar Mediterráneo, y al norte de Puçol. Se

encuentra unos 25 Km al norte de Valencia, en su área metropolitana, y a menos de 5 Km de Sagunto.

Como podemos observar en la *imagen4-1*, el polígono se encuentra perfectamente comunicado con ciudades importantes como son, Valencia (24Km), Barcelona (327Km), y Madrid (375km), además está cerca de dos puertos como son el de Valencia y Sagunto, cosa que facilitará el comercio marítimo, y cerca de un aeropuerto como el de Valencia (36Km).



**Imagen 4-2: Comunicaciones polígono.**

Al polígono Parc Sagunt se puede acceder por la CV-309. En las inmediaciones se sitúan la V-23, la A-23 y la A-7, como se puede comprobar en el plano nº2 del documento *Planos*.



**Imagen 4-3: Localización del polígono. Accesos.**

El suelo comprendido en el Sector Parc Empresarial Sagunt 1 se clasifica como urbanizable de uso global industrial, sometido por tanto al régimen de Actuaciones Integradas. En cuanto a las características del terreno, nos situamos aproximadamente a 50 metros sobre el nivel del mar, y se considera una tensión admisible sobre el terreno de 0.2 MPa.

Respecto a la normativa urbanística del polígono “Parc Sagunt”, el Plan Parcial del Sector Parc Empresarial Sagunt 1 contiene la ordenación pormenorizada del sector e incluye todo el suelo en una Unidad de ejecución, en el artículo 22 se recogen las restricciones que afectan a este proyecto, al tratarse de una zona industrial.

La tipología utilizada debe ser una edificación aislada (bloque exento), con una edificabilidad de 1.05 m<sup>2</sup>t/m<sup>2</sup>s.

Respecto a la altura máxima de cornisa que podremos tener en nuestro edificio se restringe a *“15 m, exceptuando los elementos de la instalación que requieran más altura en función de sus características concretas. En los casos en los que justificadamente, a causa de las características específicas de los procesos de producción industrial o de almacenaje se requiriese, se admitirán construcciones con una altura superior, sin que en ningún caso pueda superarse una altura de cornisa de 35 m. las partes del edificio que superen la altura de cornisa de 15 metros no podrán estar situada a una distancia inferior a 150 metros del límite del sector con la zona húmeda de la Marial del Moro. En la franja a partir de 150 metros del humedal se procurará ubicar las edificaciones de mayor altura (por encima de 15 m) en los espacios ubicados en la franja contigua al perímetro exterior (occidental y septentrional) del parque industrial. Con ello se facilitará la integración de dichos edificios con el ecosistema y se optimizará la eficacia de las barreras verdes que se prevé instalar en la frontera entre el espacio protegido y Parc Sagunt”*.

En lo que a la altura total máxima se refiere queda restringida la altura a *“3.5 m superior a la cornisa del edificio. En los casos en que justificadamente, a causa de las*

*características específicas de las edificaciones o de las instalaciones se requiriese, la altura tota máxima se establece en 10 metros sobre la altura de cornisa del edificio”.*

Debido a que nuestra construcción será de una única planta la limitación que impone la normativa de 4 plantas máximo no nos incumbe.

Por normativa la ocupación máxima que podremos tener sobre nuestra parcela será del 70% sobre la parcela neta.

Respecto a retiros y retranqueos, *“Las construcciones deberán mantener una distancia mínima de 10 m a vial y 6 m al resto de linderos”.* Y los vuelos están prohibidos sobre los retranqueos obligatorios tanto a lindes como a viales.

Las parcelas deben tener como mínimo 6000 m<sup>2</sup> de parcela neta edificable, debiendo tener una longitud mínima de frente de alineación de 50 m. se exceptuaran las parcelas íntegramente destinadas para la instalación de Estaciones de Servicio, en las que será exigible una parcela mínima de 2000 m<sup>2</sup> y se permitirán segregaciones de parcela con tamaño inferior a la parcela mínima estipulada.

Los usos que se le pueden dar a las parcelas del polígono también están restringidos, de acuerdo con la clasificación de usos contenida en las Normas Urbanísticas del Plan General se permiten los siguientes usos:

---

Industrial (uso dominante)
Garajes y talleres, incluyendo el estacionamiento de camiones
Almacenes
Oficinas complementarias del uso principal
Comercial complementario de la actividad principal
Espectáculos y recreativos: solo bares y restaurantes
Equipamientos
Vivienda unifamiliar para residencia del vigilante, solo en parcelas de más de 10.000 m <sup>2</sup>
<b>No están permitidos el resto de uso</b>

---

**Tabla 4-1**

Por último se reservara para los aparcamientos interiores de la parcela al menos una plaza por cada 150m<sup>2</sup> construidos. Además debe cumplirse la reserva del artículo 13 del Anexo al Reglamento de Planeamiento de la Comunidad Valenciana para los usos allí indicados.

## 5 REQUERIMIENTOS ESPACIALES

El edificio industrial a construir tiene un área de 1820m<sup>2</sup>, con una luz de 28m y una profundidad de 65m, la altura de pilar será de 8m y la altura máxima, o altura de cumbrera 9,4m.

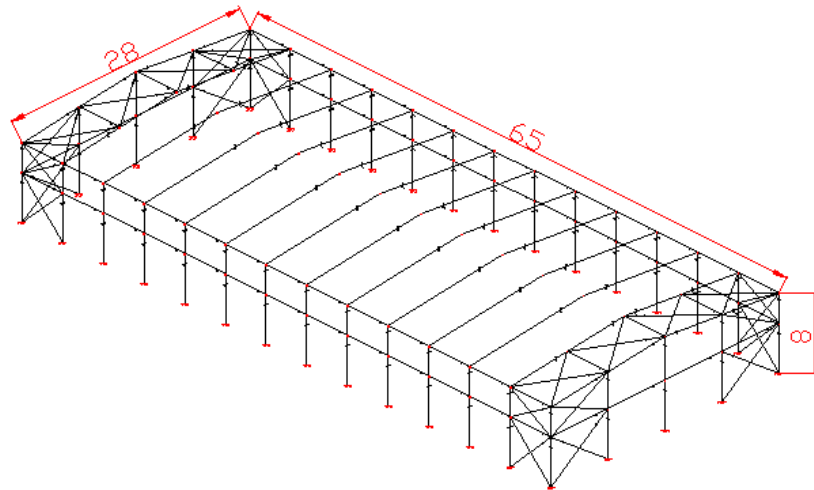


Imagen 5-1: Nave. Vista 3D.

Para el emplazamiento del mismo, tenemos que la parcela adquirida tiene unas dimensiones de 188.34m de largo y 90.73m de ancho, es decir, un área de 16932.12m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta aparcamientos, y zonas de maniobras, quedarían, para una posible ampliación de instalaciones, 7999.66m<sup>2</sup> de parcela.

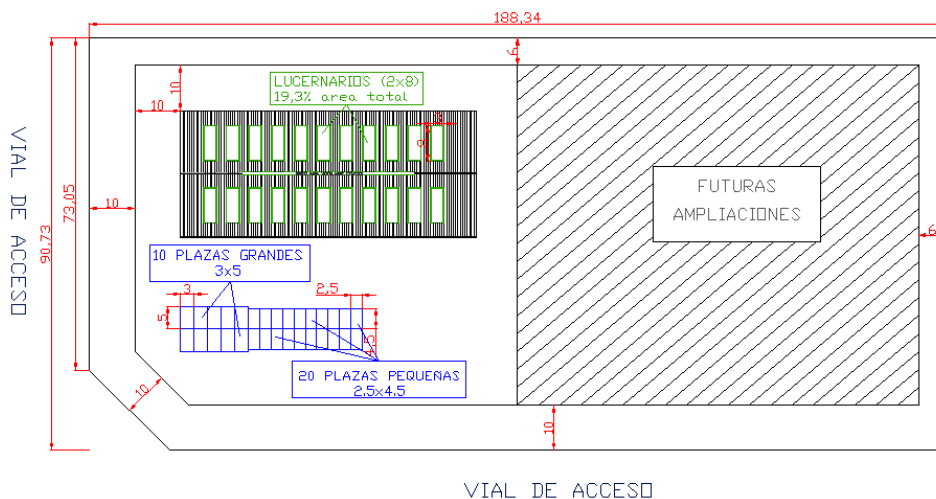


Imagen 5-2: Distribución de la parcela.

Como se observa en la imagen 5-2 en la parcela se habilitarán 10 plazas grandes y 20 plazas estándar, y los retranqueos serán los mínimos establecidos por la normativa, pero no se construirá el edificio industrial al borde de estos límites por las cimentaciones.

La nave a edificar consta de una sola planta, y ocupara un 10.7% de la superficie total de la parcela con una edificabilidad de 0.107 m<sup>2</sup>t/m<sup>2</sup>s.

Conforme a la normativa urbanística expuesta en el capítulo 4, podemos establecer el siguiente cuadro resumen, en el que se comprueba que todas las restricciones impuestas por la normativa, se cumplen con nuestras características del edificio industrial.

	Normativa	Proyecto
Edificabilidad	<1.05 m <sup>2</sup> t/m <sup>2</sup> s	0.107 m <sup>2</sup> t/m <sup>2</sup> s
Ocupación	<70%	10.7%
Retiros y retranqueos	10m a vial, 6m al resto	10m a vial, 6m al resto
Aparcamientos	>15	30
Plantas	<4	1
Altura de cornisa	<15m	8m
Altura total máxima	+3.5m respecto a la altura de cornisa	9.4m

Imagen 5-3

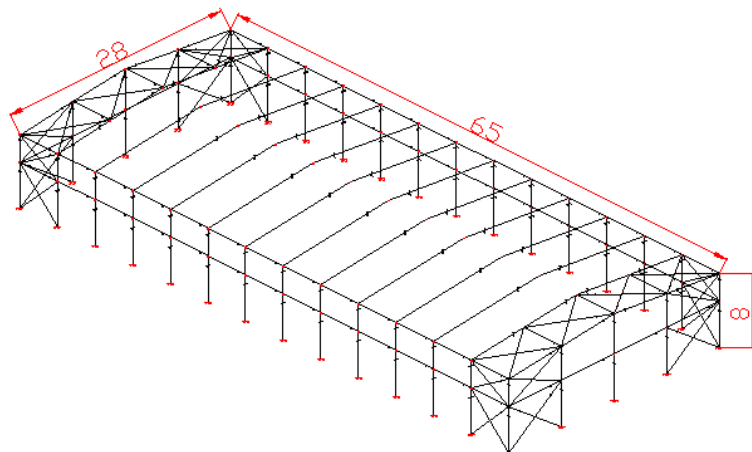
## 6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A la hora de adoptar una solución, se ha tenido en cuenta por un lado las directrices impuestas por el promotor, como pueden ser las dimensiones de la nave, y por otro lado se ha tenido en cuenta las ventajas que tiene el modelo básico de construcción de naves industriales, del tipo pórticos a dos aguas. Además se ha tenido en cuenta el uso que se va hacer de la nave, para dejar los convenientes espacios para facilitar las maniobras de carga y descarga.

A pesar de que la zona en la que se encuentra el polígono las acciones de viento y nieve no son muy relevantes, las naves con pórticos a dos aguas soportan mejor dichas acciones, además la evacuación del agua es bastante más sencilla que con otro modelo básico estructural, como pueden ser las naves en dientes de sierra.

Además esta elección es mucho más sencilla estructuralmente hablando, y su mantenimiento, y montaje se pueden tratar con más velocidad debido a dicha sencillez. También se han reducido los perfiles al mínimo mediante el uso de otros elementos constructivos como pueden ser las cruces de "San Andrés".





**Imagen 6-1: Solución adoptada.**

La solución consta de 14 pórticos, separados 5m, cabe distinguir 2 grupos de pórticos diferentes, el pórtico inicial y final, 1 y 14, y por otro lado los pórticos intermedios, como se puede observar en el plano nº5 del documento *Planos*.

El cerramiento de la nave se realizará mediante el uso de panel tipo sándwich; la nave tiene 3 puertas una en la fachada frontal y dos en una de las fachadas laterales. La distribución de las puertas se puede apreciar con detalle en los planos nº9 y nº10 del documento *Planos*. Además se instalarán lucernarios en cubierta, los cuales como se observa en la imagen 5-2 ocuparán un 19,3% de la superficie construida.

### 6.1 Actuaciones previas

Como se ha comentado en el capítulo 2 la parcela ha sido adquirida por el promotor y no tiene ninguna construcción previa, así pues las actuaciones previas sobre el terreno serán básicamente las de acondicionarlo para el inicio de la obra, mediante un desbroce y limpieza del terreno, ya que la parcela está de vegetación débil y algunos matorrales, además se realizarán las excavaciones básicas y el traslado de tierras a un vertedero autorizado.

El desbroce y la limpieza se harán con maquinaria, a pesar de que se encuentra en buenas condiciones el terreno, será necesario la eliminación de capa vegetal débil así como pequeños arbustos y matorrales, y la limpieza de escombros y basuras acumuladas.

Y se transportará la tierra extraída, la broza y la basura mediante camiones a vertedero.

### 6.2 Cimentación

La cimentación se ha resuelto mediante zapatas aisladas centradas, unidas a través de las vigas de atado, la decantación por esta solución es la existencia de instalaciones en los alrededores de la parcela, de este modo la superficie ocupada por la cimentación no diferirá demasiado a la superficie ocupada por la planta, cosa que con la instalación de zapatas de tipo excéntricas que son más óptimas no ocurriría y podrían aparecer problemas y dificultades.

### 6.2.1 Hormigón de limpieza

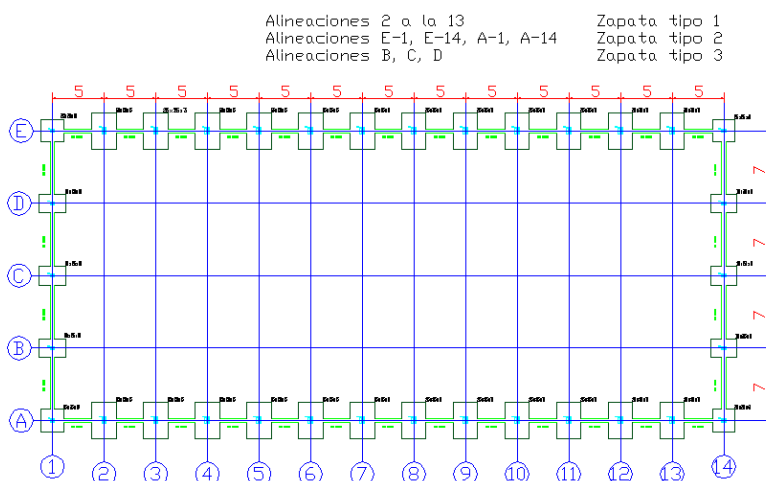
Se colocará una solera de asiento una vez hechas las excavaciones de un hormigón de limpieza HL-150/P/20 que se encarga de evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido así como una posible contaminación de éste durante las primeras horas de su hormigonado.

Además con dicha capa de 10cm de hormigón no estructural, se conseguirá una superficie inferior de la cimentación homogénea y sin variación de cotas.

### 6.2.2 Zapatas

Se trata de bloques de hormigón armado situados debajo de los pilares de la estructura, su función es transmitir las tensiones a las que se ve sometida la estructura al terreno.

En nuestro caso han sido utilizados 3 tipos de zapatas como se puede comprobar en el plano nº6 del documento *Planos*, de un hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb y acero B500S.



**Imagen 6-2: Tipos de zapatas.**

Como se observa en la imagen 6-2, las zapatas tipo 1 corresponden a las zapatas utilizadas en los pórticos interiores, desde el número 2 al 13, a continuación se muestra el detalle.

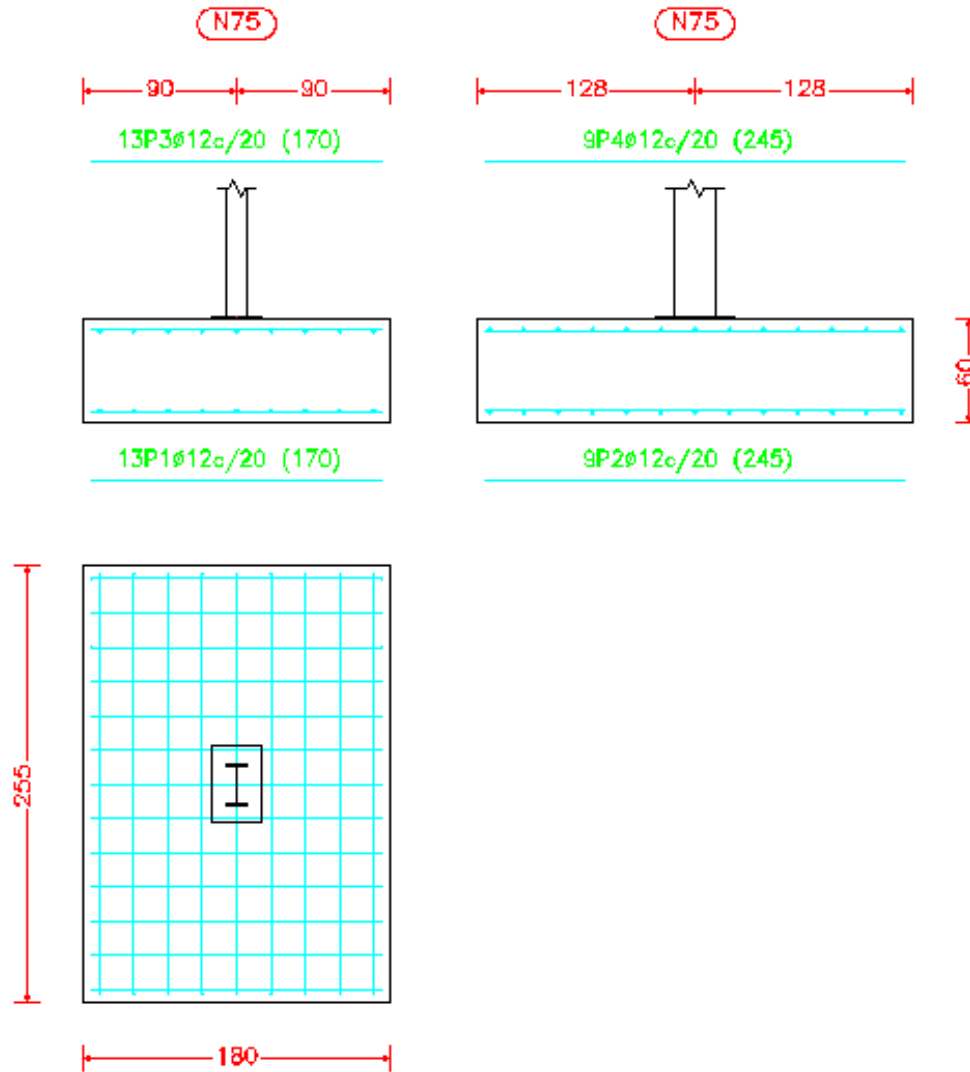


Imagen 6-3: Zapata tipo 1.

Geometría	Armado
Zapata rectangular centrada	Superior X: 13Ø12c/20
Ancho zapata X: 180.0 cm	Inferior X: 13Ø12c/20
Ancho zapata Y: 255.0 cm	Superior Y: 9Ø12c/20
Canto: 60 cm	Inferior Y: 9Ø12c/20

Tabla 6-1: Características zapata tipo 1.

Por otro lado tenemos que las zapatas tipo 2 se situarán en los pilares exteriores de los pórticos de fachada 1 y 14 las cuales vienen detalladas a continuación.

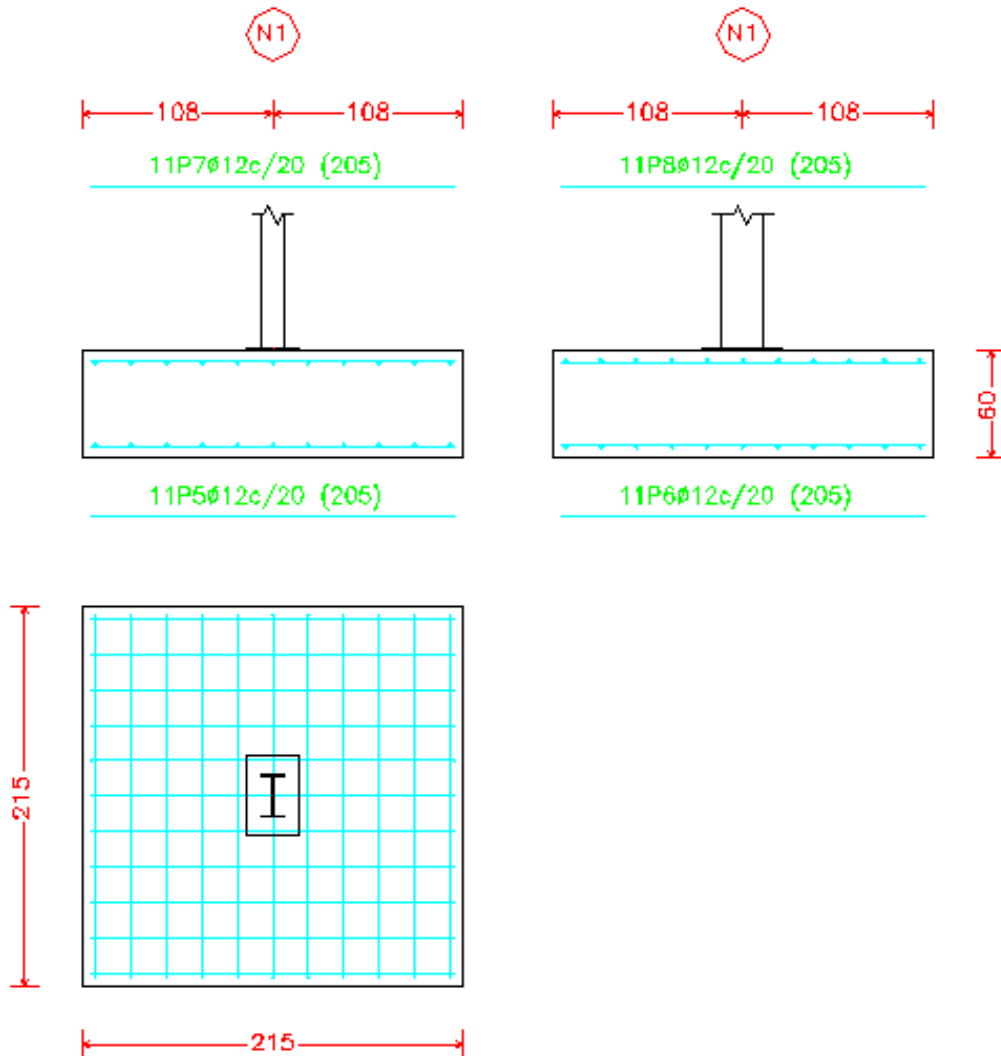


Imagen 6-4: Zapata tipo 2.

Geometría	Armado
Zapata cuadrada	Superior X: 11Ø12c/20
Ancho zapata X: 215.0cm	Inferior X: 11Ø12c/20
Ancho zapata Y: 215.0cm	Superior Y: 11Ø12c/20
Canto: 60 cm	Inferior Y: 11Ø12c/20

Tabla 6-2: Características zapata tipo 2.

Y finalmente las zapatas tipo 3 como se puede comprobar en la imagen 6-2, las tendremos en los pilares interiores de los pórticos de fachada 1 y 14.

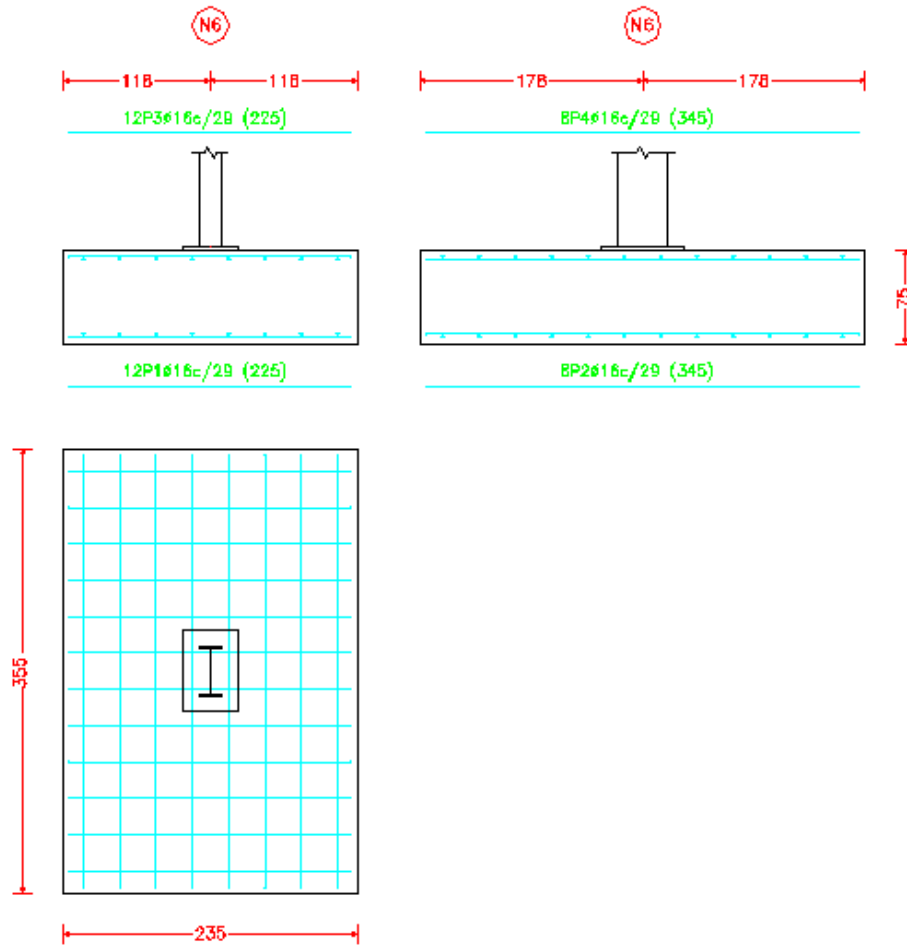


Imagen 6-5: Zapata tipo 3.

Geometría	Armado
Zapata rectangular centrada	Superior X: 12Ø16c/29
Ancho zapata X: 235.0cm	Inferior X: 12Ø16c/29
Ancho zapata Y: 355.0cm	Superior Y: 8Ø16c/29
Canto: 75 cm	Inferior Y: 8Ø16c/29

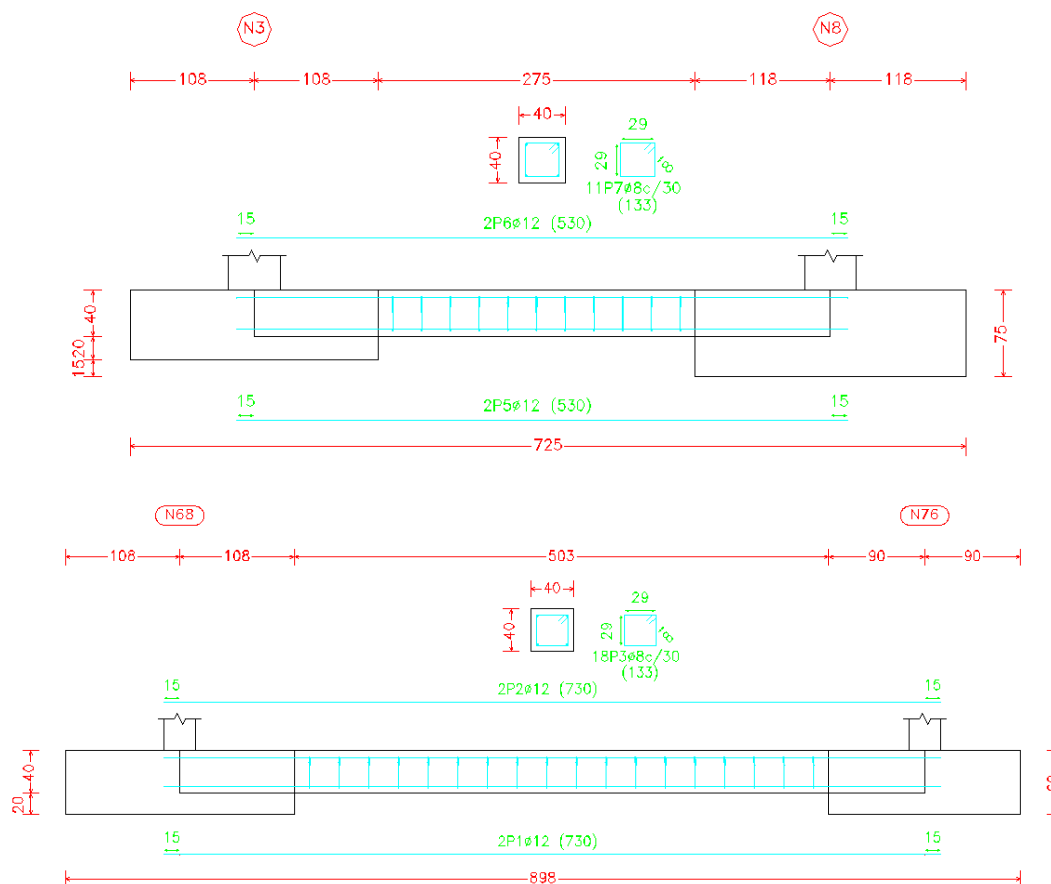
Tabla 6-3: Características zapata tipo 3.

Todos los detalles de las zapatas pueden observarse con precisión en el plano nº7 del documento *Planos*.

### 6.2.3 Vigas de atado

Las vigas de atado o riostras, son piezas o elementos estructurales que resisten tracciones y unen dos o más zapatas, con la finalidad de absorber las posibles acciones horizontales que pueden recibir los cimientos bien de la estructura o bien del propio terreno, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo entre las zapatas unidas.

Para las vigas de atado se hará uso del mismo hormigón que para las zapatas, HA-30/B/20/IIa+Qb, a continuación se plantearán los detalles de los dos tipos de vigas de atado que se emplearán. La viga de tipo 1 entre las zapatas correspondientes a las fachadas laterales, y la viga tipo 2 para las zapatas de las fachadas frontales.



**Imagen 6-6: Viga de atado tipo 1 (arriba). Viga de atado tipo 2 (abajo).**

Geometría	Armado
Ancho: 40 cm	Superior: 2Ø12
Largo: 40 cm	Inferior: 2Ø12
Canto viga tipo 1: 75 cm	Estribos viga 1: 11Ø8c/30
Canto viga tipo 2: 60 cm	Estribos viga 2: 18Ø8c/30

**Imagen 6-7: Características vigas de atado.**

## 6.3 Elementos estructurales

### 6.3.1 Placa de anclaje

La placa de anclaje es la encargada de unir los pilares al hormigón de los cimientos, es decir que establece una unión entre dos materiales con características y comportamientos distintos, por un lado el acero de los pilares y por otro lado el hormigón del cimiento, esta unión se establece para transmitir los esfuerzos que soportan los pilares a través de las placas de anclaje a los cimientos y de éstos al terreno.

Además constructivamente, garantizan la posición exacta de los pilares y establecen la misma cota para todas las bases de los pilares y aseguran la verticalidad de éstos.

Cada placa de anclaje viene constituida por:

- La placa base: chapa de acero de espesor normalizado.
- Cartela de rigidez: chapas de acero que aumentan la rigidez y resistencia a flexión, distribuyendo el axil aplicado a la placa base.
- Pernos roscados: constituyen el elemento de unión entre el cimiento y la base. Se embeben en el hormigón de la cimentación la longitud suficiente para transmitir los esfuerzos de tracción.

Tenemos dos tipos de placas de anclaje del tipo 1, que se instalara en los pilares de fachada, y del tipo 2 que se instalara en los pilares interiores. A continuación vemos ambas placas con sus detalles, que se pueden observar también en el plano nº 7 del documento *Planos*.

Dimensiones Placa = 300x450x18 mm ( S275 )

Pernos = 6Ø16 mm, B 500 S, Ys = 1.15

Ref. pilares : PILARES DE FACHADA. ALINEACIONES 1 y 14

Escala 1 : 20

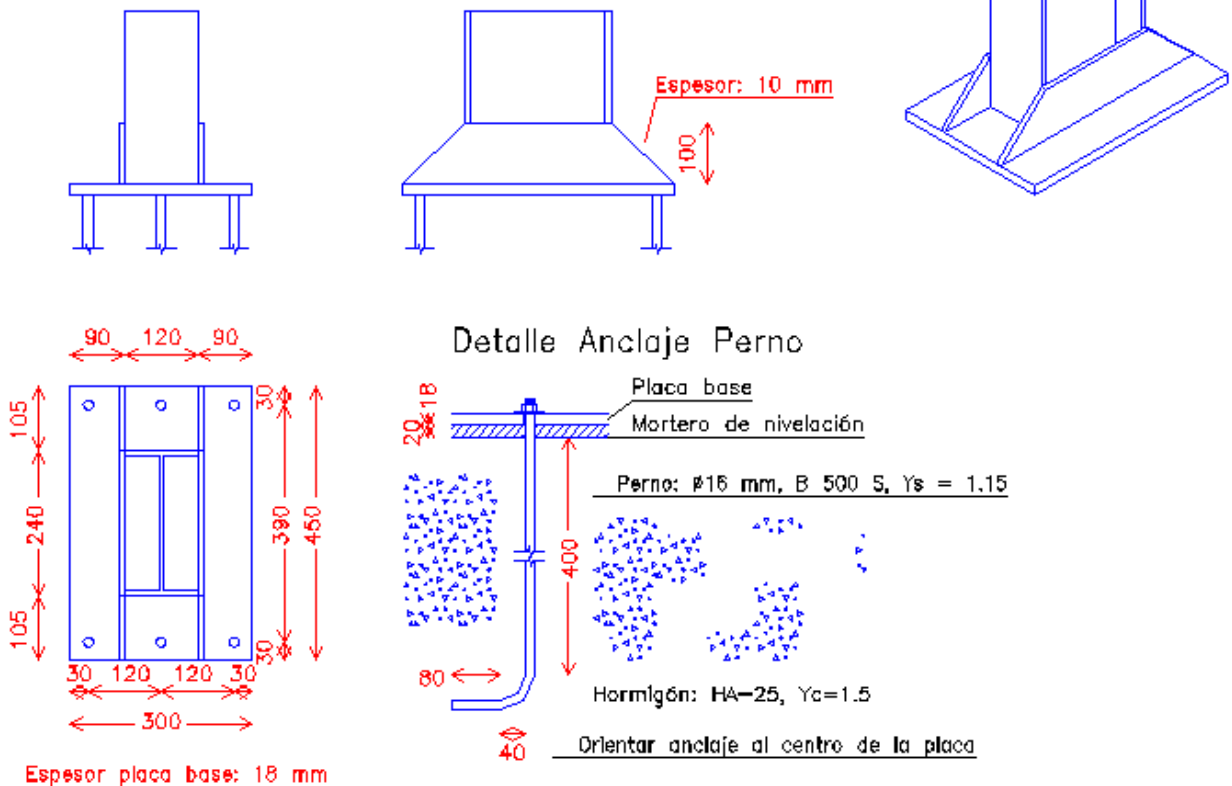


Imagen 6-8: Placa de anclaje tipo 1.

Referencia	Disposición	Placa base	Rigidizadores	Pernos
<b>Tipo 1</b>		Ancho X: 300 mm	Alto: 100 mm	6Ø16mm
<b>Pilares de fachada</b>	Centrada	Ancho Y: 450 mm	Lado mayor: 240 mm	L: 400
		Espeor: 18 mm	Lado menor: 450 mm	Patilla 90°
			Espeor: 10 mm	

Tabla 6-4: Detalles placa tipo 1.



Dimensiones Placa = 450x650x22 mm ( S275 )

Perno = 6Ø25 mm, B 500 S, Y<sub>e</sub> = 1 15

Ref. pilares : PILARES INTERIORES, ALINEACIONES 2-13

Escala 1 · 20

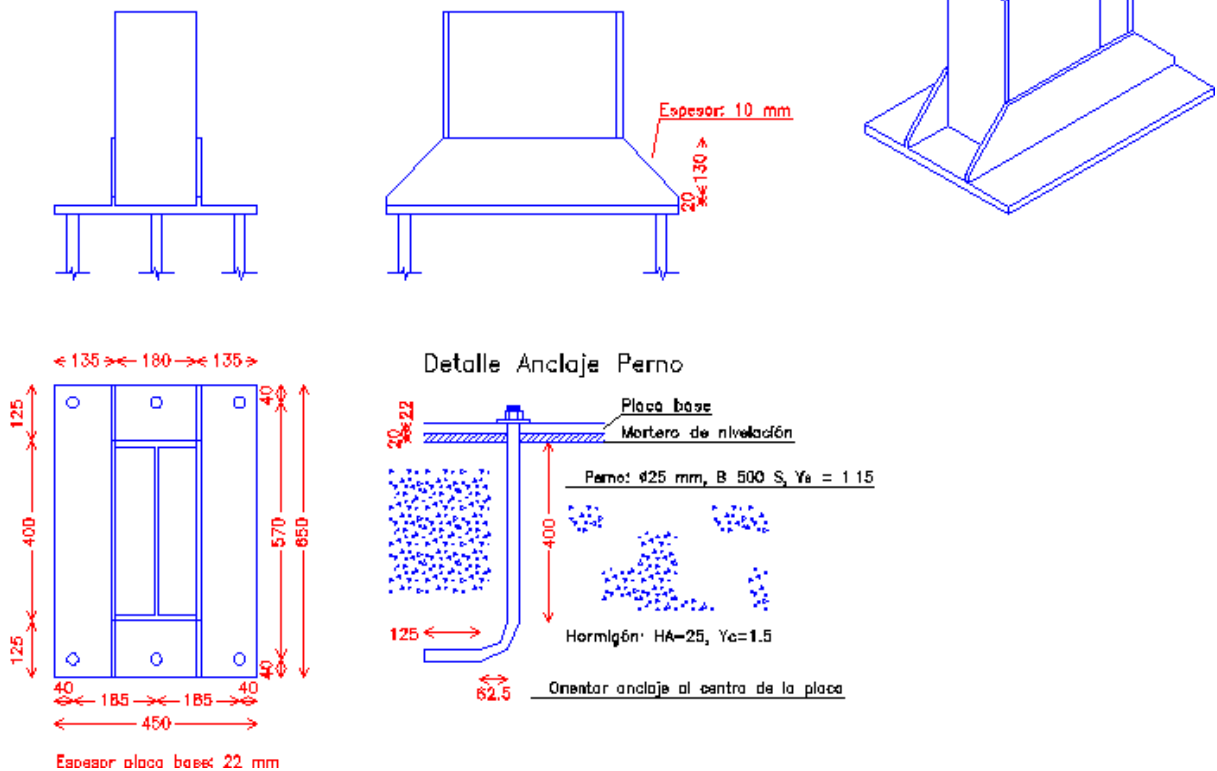


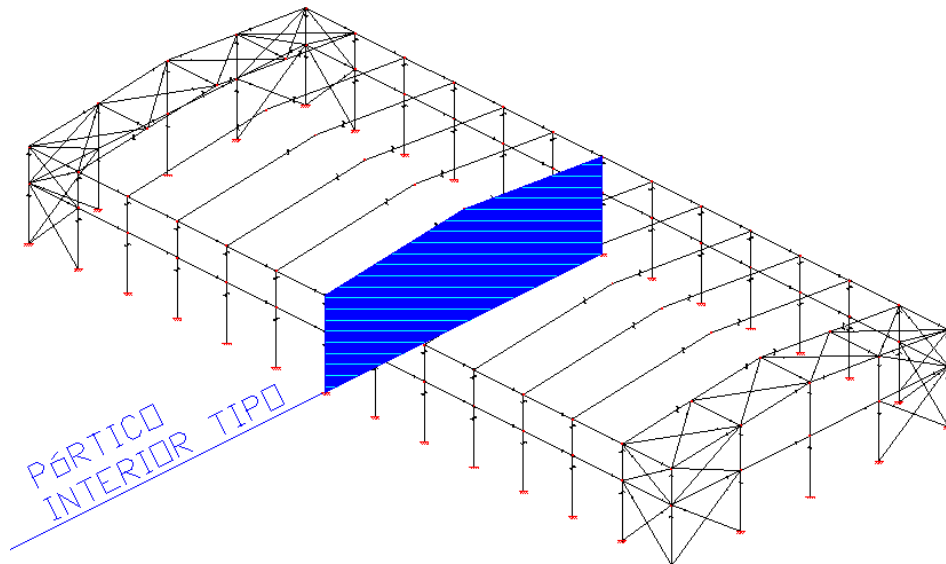
Tabla 6-5: Placa de anclaje tipo 2.

Referencia	Disposición	Placa base	Rigidizadores	Pernos
<b>Tipo 2</b>		Ancho X: 450 mm	Alto: 150 mm	6Ø25mm
<b>Pilares interiores</b>	Centrada	Ancho Y: 650 mm	Lado mayor: 650 mm	L: 400
		Espesor: 22 mm	Lado menor: 400 mm	Patilla 90°
			Espesor: 10 mm	

Tabla 6-6: Detalles placa tipo 2.

### 6.3.2 Pórtico interior

Los pórticos interiores como se observa en el plano nº5 del documento *Planos*, corresponden a las alineaciones de la 2 a la 13 incluidas, siendo las características detalladas las correspondientes a dichos pórticos.

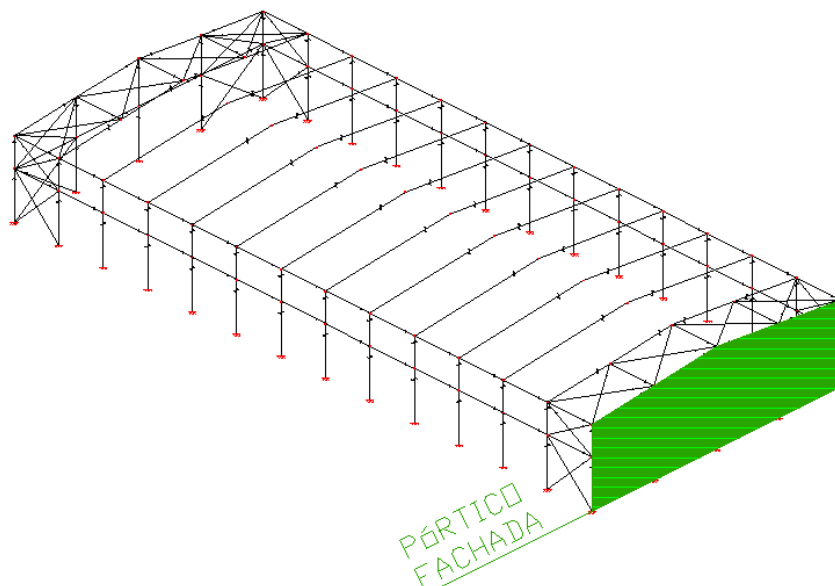


**Imagen 6-9: Localización pórtico tipo.**

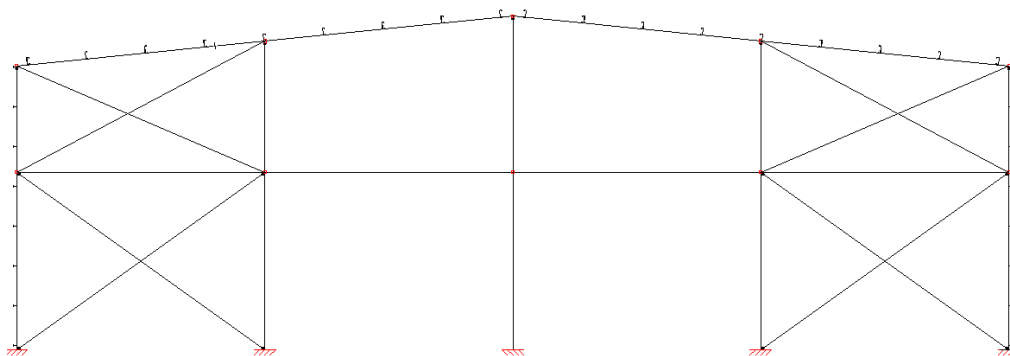
Se componen de dos jácenas IPE 400 y dos pilares IPE 400, y son la parte de la estructura que recibe la carga gravitatoria de cubierta y la transmite a la cimentación, la nave se compone de 12 de éstos pórticos, separados a una distancia de 5 metros y con una luz de 28 metros.

Las jácenas tienen una longitud de 14.07 metros y los pilares 8 metros.

### 6.3.3 Pórtico de fachada



**Imagen 6-10: Localización pórtico de fachada.**

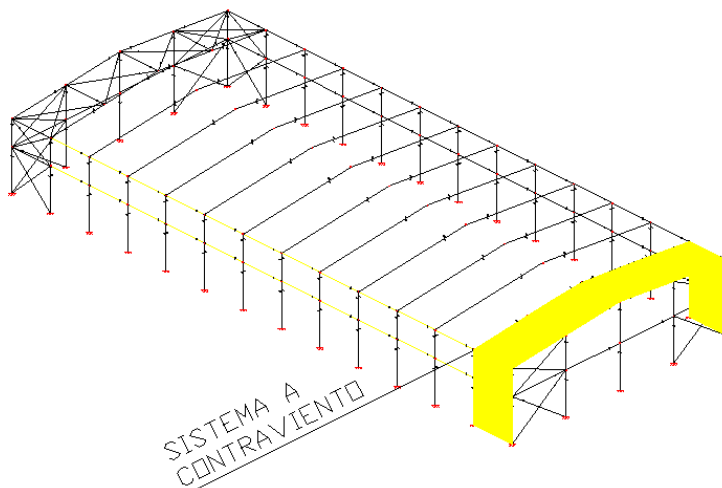


**Imagen 6-11: Pórtico fachada.**

El pórtico de fachada es algo distinto al pórtico tipo, debido a que soporta además de las cargas gravitatorias, sufre la acción del viento. Estos pórticos se ubican en las alineaciones 1 y 14, y constan de dos jácenas, 5 pilares, y sistemas de arriostramiento. La luz del pórtico de fachada es de 28 metros con una crujía frontal de 7 metros los pilares exteriores miden 8 metros y el pilar central 9.4 metros debido a la pendiente del 10% que tiene la cubierta.

Los pilares son un IPE 240 y las jácenas un IPE 160, y el sistema de arriostramiento, que ha sido resuelto mediante cruces de San Andrés, está compuesto por montantes de perfil hueco cuadrado #120x4 y diagonales en L 75x75x6.

#### 6.3.4 Sistema a contraviento (viga contraviento, arriostramiento de fachada lateral, viga perimetral)



**Imagen 6-12: Localización del sistema a contraviento.**

El sistema a contraviento ha sido resuelto mediante la viga contraviento, el arriostramiento de fachada lateral y la viga perimetral.

La **viga contraviento**, que son los elementos que se encuentran entre el pórtico de fachada y el primer pórtico interior, es decir entre los pórticos 1-2 y 13-14 como se puede observar en el plano nº5 del documento *Planos*. Se ha solucionado mediante una viga pratt como muestra la imagen 6-13, en la que los montantes trabajan a compresión y las diagonales a tracción. Los montantes son perfiles cuadrados huecos #90x3 y las diagonales perfiles en L, L 75x75x6.

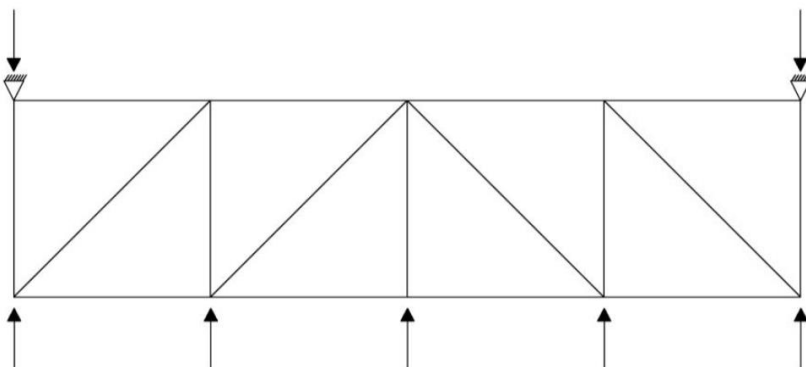


Imagen 6-13: Viga Pratt.

Debido a que el viento puede incidir en ambos sentidos, se ha optado por doblar las diagonales para que siempre trabajen a tracción. Resultando la siguiente viga a contraviento:

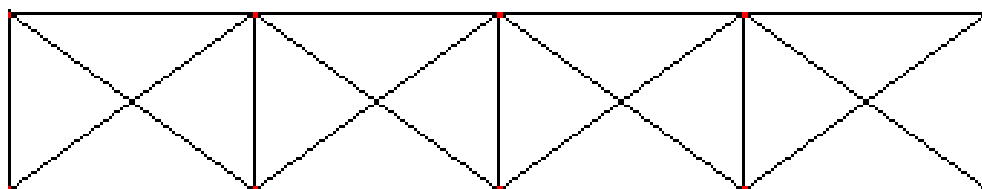


Imagen 6-14: Viga a contraviento.

Otro elemento del sistema a contraviento es el **arriostramiento de fachada lateral**. Compuesto por dos cruces de San Andrés encargadas de evitar el desplazamiento, debido al viento frontal, del pórtico de fachada respecto al primer pórtico interior, y consecuentemente con el resto de pórticos interiores, así como de servir de apoyo a la viga perimetral.

Las cruces de San Andrés se componen de montantes de perfil hueco cuadrado #90x3 y diagonales en L, L 75x75x6.

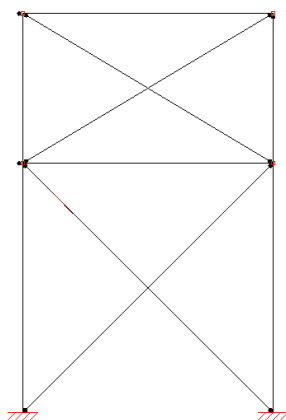
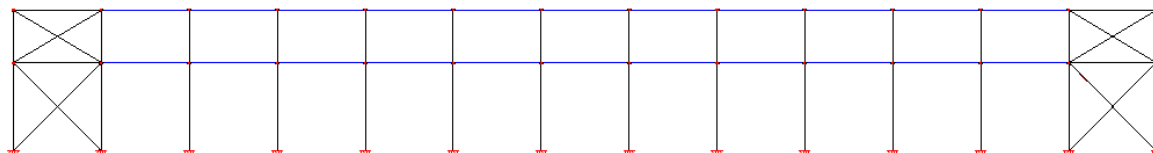


Imagen 6-15: Cruz de San Andrés.

Las diagonales de las cruces se doblan ya que los pórticos de fachada pueden estar sometidos tanto a succión como a presión por parte del viento, con esto se consigue que las diagonales trabajen siempre a tracción.



**Imagen 6-16: Viga perimetral.**

Finalmente el último elemento que conforma el sistema a contraviento es la **viga perimetral**, como observamos en la imagen 6-16, es la viga que une todos los pórticos interiores entre sí, con el objetivo de impedir el desplazamiento de éstos y asegurar que trabajen en un mismo plano, en el plano que contiene el pórtico.

Se han dispuesto dos vigas perimetrales, una a 5 metros y otra a 8 metros, de 55 metros cada una desde el pórtico nº2 hasta el pórtico nº13, cada viga es un perfil IPE 140.

## 6.4 Elementos constructivos

### 6.4.1 Cubierta

#### Correas de cubierta

Las correas metálicas son el elemento constructivo sobre el que se apoya la chapa o panel que actuará como cubierta, en nuestro caso el panel tipo sándwich. Las correas utilizadas serán las correas tipo C, ya que la pendiente de nuestra cubierta es menos del 20% (10%)



**Imagen 6-17: Correas tipo C.**

Se dispondrán 18 correas de acero S235JR conformadas en frío de perfil CF-200x3.0, 9 en cada faldón. Que se encargan de transmitir las acciones tanto permanentes como las variables a los pórticos interiores. Dichas correas tendrán la longitud de dos vanos, es decir que descansarán sobre tres pórticos. En el plano nº12 del documento *Planos* podemos observar con más detalle la disposición de las correas.

### **Panel tipo sándwich**

El panel que se usará para la cubierta será el panel tipo sándwich tapajuntas, que podemos observar en la imagen 6-18, compuesto por dos láminas de acero conformadas, con espuma de poliuretano rígido, con una densidad media de 40Kg/m<sup>3</sup>, inyectado entre ambas laminas y adherido en un proceso continuo de fabricación. Los paneles tendrán un espesor de 40 mm.



**Imagen 6-18: Panel tipo sándwich tapajuntas.**

En cubierta se tendrán también los agujeros correspondientes a los lucernarios de dimensiones: 3 metros de ancho y 8 metros de largo. Siendo un total de 22 lucernarios, 11 en cada faldón, que ocupan un 19,3% de la superficie total (351.26m<sup>2</sup>).

En los lucernarios se dispondrán paneles traslucidos para permitir la iluminación natural en el interior de la nave.

#### **6.4.2 Fachadas laterales y frontales**

### **Correas de fachada**

En las fachadas laterales, tanto la orientación A como la orientación E, dispondremos 8 correas de acero S275 de perfil IPE 100 separadas 1.20 metros, y con fijación rígida.

Se tendrá en cuenta en la fachada lateral de orientación A los dos agujeros correspondientes a las puertas laterales, como podemos observar con más detalle en el plano nº10 del documento *Planos*, entre el pórtico 3 y el pórtico 4 habrá uno de los huecos con dimensiones 5 metros de ancho y 5.5 metros de alto. Y entre el pórtico 10 y el pórtico 11 el otro hueco correspondiente a la segunda puerta y de idénticas dimensiones.

En los pórticos de fachada frontal, la distribución de correas es la misma que en las fachadas laterales, y será en la fachada correspondiente al pórtico 1 en la que se instalará la puerta de dimensiones también 5 metros de ancho y 5.5 metros de alto.

Tanto la numeración de pórticos como el detalle de las puertas se puede comprobar en los planos nº5, nº9, nº10, nº11 del documento *Planos*.

### **Panel tipo sándwich**

En el cerramiento de las fachadas se ha optado por poner panel tipo sándwich en su totalidad, el panel tipo sándwich de fachada con fijaciones ocultas, compuesto por dos láminas de acero conformadas, con espuma de poliuretano rígido, con una densidad media de 40Kg/m<sup>3</sup>, inyectado entre ambas láminas y adherido en un proceso continuo de fabricación.



**Imagen 6-19: Panel tipo sándwich de fachada con fijaciones ocultas.**

Se instalarán paneles de 40 mm de espesor, y de 1 m de ancho.

#### **6.4.3 Solera**

La solución de la solera de la nave será de hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qb de 20 cm de espesor con acabado superficial mediante una fratasadora, ya que no se pondrá ningún otro tipo de pavimento a la nave. La solera será vertida sobre una capa de zahorra artificial compactada de 20 cm de espesor que actúa como firme del terreno.

### **6.5 Materiales**

A grandes rasgos los materiales que se utilizan son el acero y el hormigón. La normativa de los aceros utilizados, tanto el S235 como el S275, se recoge en el Código Técnico de la Edificación. Para el hormigón armado, el hormigón e limpieza y el acero B500S, se hará uso de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

#### **6.5.1 Acero**

En la construcción de la nave se emplean tres tipos de aceros:

El acero laminado S275, empleado tanto en los perfiles IPE que componen la estructura, como en los perfiles huecos cuadrados y en los perfiles en L del sistema a contraviento, y en las placas de anclaje.

El acero conformado S235 utilizado en las correas de cubierta.

Tipo de acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)
<b>Acero conformado</b>	S235	235	210.000
<b>Acero laminado</b>	S275	275	210.000

Tabla 6-7.

El acero B500S corrugado se emplea en los pernos de las placas de anclaje y para el acero en los hormigones armados. Y tiene un módulo de elasticidad de 200.000 MPa y un límite elástico de 500 MPa.

### 6.5.2 Hormigón

Los hormigones que se emplean son:

Hormigón de limpieza HL-150/B/20 que se encarga de evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido así como una posible contaminación de éste durante las primeras horas de su hormigonado y consigue una superficie inferior de la cimentación homogénea y sin variaciones de cotas.

Y se utiliza el Hormigón armado HA-30/B/20/Ila+Qb para la cimentación, es decir para zapatas y vigas de atados. La clasificación Qb es necesaria ya que como se ha comentado en el capítulo 4 el polígono se encuentra cerca del mar.



## 7 PRESUPUESTO

Se muestra a continuación un resumen del presupuesto total, que se podrá analizar con más detalle en el documento IV *Presupuesto*.

### RESUMEN PRESUPUESTO

<b>Capítulo</b>	<b>Coste(€)</b>
-----------------	-----------------

#### 1. Acondicionamiento del terreno

Desbroce y limpieza	28.024,32
---------------------	-----------

Excavaciones	4.209,93
--------------	----------

<b>SUBTOTAL 1:</b>	<b>32.234,25</b>
--------------------	------------------

#### 2. Cimentación

Zapatas	26.589,84
---------	-----------

Regularización (HL)	2.464,31
---------------------	----------

Vigas de atado	2.856,36
----------------	----------

<b>SUBTOTAL 2:</b>	<b>31.910,51</b>
--------------------	------------------

#### 3. Elementos estructurales

Pilares,vigas y placas de anclaje	86.638,72
-----------------------------------	-----------

<b>SUBTOTAL 3:</b>	<b>86.638,72</b>
--------------------	------------------

#### 4. Elementos constructivos

Correas laterales y de fachada	22.137,79
--------------------------------	-----------

Correas de cubierta	21.928,26
---------------------	-----------

Panel tipo sándwich	134.315,35
---------------------	------------

Lucernarios	12.814,56
-------------	-----------

Relleno con zahorra	75.836,54
Solera	62.553,40
<hr/>	
<b>SUBTOTAL 4:</b>	<b>329.585,92</b>

**5. Instalaciones**

Canalones y bajantes	11.123,78
<hr/>	
<b>SUBTOTAL 5:</b>	<b>11.123,78</b>

**6. Urbanización de la parcela**

Pavimento asfáltico	130.646,54
Puertas	18.600,12
<hr/>	
<b>SUBTOTAL 6:</b>	<b>149.246,66</b>

**7. Gestión de residuos**

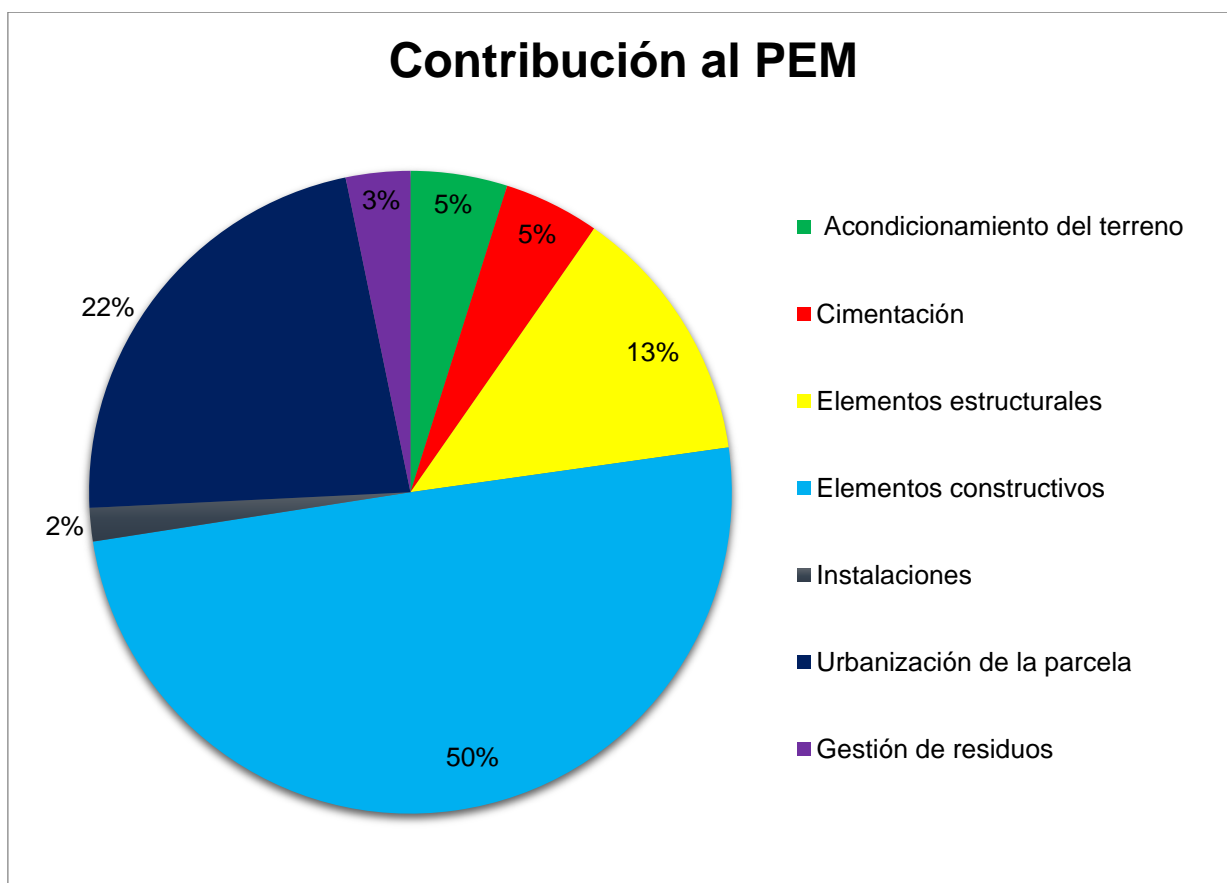
Transporte de tierras	21.449,53
<hr/>	
<b>SUBTOTAL 7:</b>	<b>21.449,53</b>

<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>662.189,35</b>
--	-------------------

Asciede el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y DOS MIL CIENTO OCHENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS.

<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>662.189,35</b>
12% de gastos generales	79.462,72
6% de beneficio industrial	39.731,36
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>781.383,43</b>
21% IVA	164.090,52
<b>Presupuesto base de licitación (PBL = PEC + IVA)</b>	<b>945.473,95</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.



**Imagen 7-1: Contribución fraccionada al PEM**

- Elementos constructivos (EC): 50%
- Urbanización de la parcela (UP): 22%
- Elementos estructurales (EE): 13%
- Cimentación (C): 5%
- Acondicionamiento del terreno (AT): 5%
- Gestión de residuos (GR): 3%
- Instalaciones (I): 2%

Para realizar el análisis de la viabilidad del proyecto se definen los siguientes indicadores de coste, que se expresan en €/m<sup>2</sup> de edificio proyectado:

- El coste estructural superficial, que engloba el acondicionamiento del terreno y los elementos estructurales.
- El coste de la estructura, que es la suma del coste estructural superficial y la cimentación de la estructura.
- El coste del edificio es suma del coste de la estructura y los elementos constructivos, tales como cerramientos y soleras.
- El coste total o presupuesto de ejecución material, que tiene en cuenta todas las partes del presupuesto.

El edificio proyectado son 1820 m<sup>2</sup>, a continuación tenemos un cuadro resumen de los indicadores de coste que se han tenido en cuenta.

Indicador	Capítulos que engloba	$\sum$ €	€/m <sup>2</sup>
<b>Coste estructural superficial</b>	AT+EE	118.872,97	65,31
<b>Coste estructura</b>	AT+EE+C	150.783,48	82,85
<b>Coste edificio</b>	AT+EE+C+EC	480.369,4	263,94
<b>Coste total</b>	TOTAL	662.789,35	364,17

**Tabla 7-1**



# DOCUMENTO II: ANEXOS DE CÁLCULOS

---





## INDICE ANEXOS DE CÁLCULOS

<b>1</b>	<b>MODELO ESTRUCTURAL</b>	<b>1</b>
		<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>2</b>
2.1	Hormigón	2
2.2	Acero	3
<b>3</b>	<b>ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO</b>	<b>5</b>
3.1	Acciones Permanentes	5
3.2	Acciones Variables	5
3.2.1	Sobrecarga de uso	5
3.2.2	Viento	6
3.2.3	Nieve	7
3.3	Acciones Accidentales	8
<b>4</b>	<b>combinaciones de cálculo</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>	<b>13</b>
5.1	Correas	13
5.1.1	Correas de cubierta	13
5.1.2	Correas laterales	18
5.2	Pórtico interior	24
5.3	Pórtico de fachada	61
5.4	Viga contraviento	120
5.5	Arriostramiento de fachada lateral	141
5.6	Viga perimetral	162
5.7	Placas de anclaje	181
5.7.1	Descripción	181
<b>6</b>	<b>CIMENTACIONES</b>	<b>182</b>
6.1	Zapatas	182
6.1.1	Descripción	182
6.2	Vigas de atado	182
6.2.1	Descripción	182





# ANEXOS DE CÁLCULOS

## 1 MODELO ESTRUCTURAL

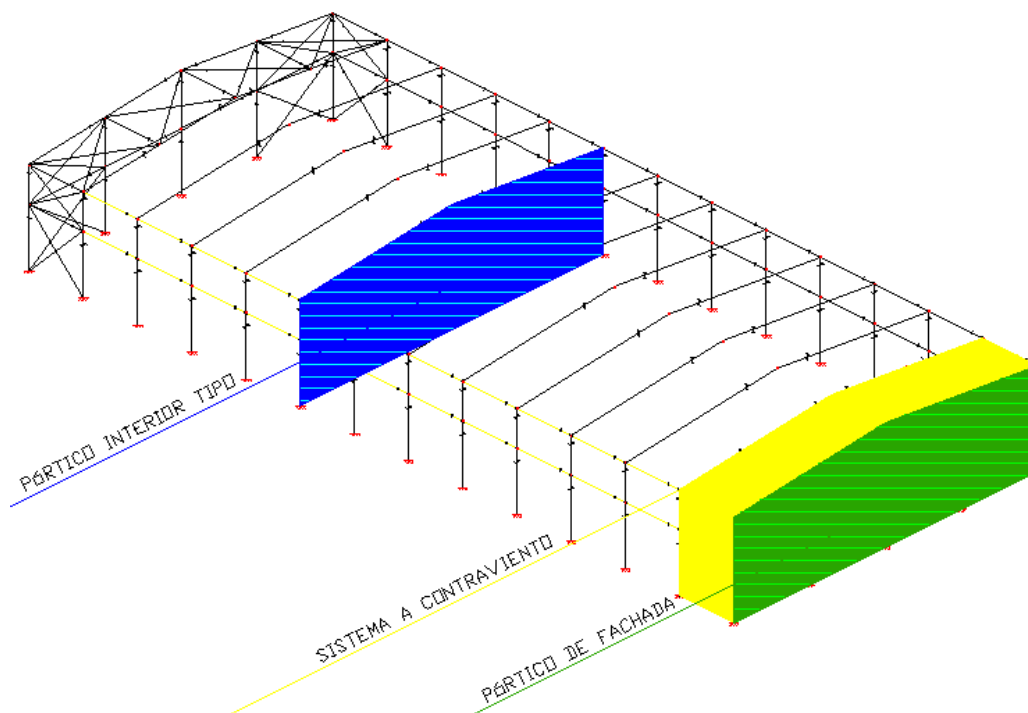


Imagen 1-1

El modelo estructural utilizado ha sido una idealización de la estructura real, transformando los perfiles estructurales y sus uniones, en elementos a los que se les han aplicado las solicitaciones y características pertinentes para realizar el cálculo, cálculo que se ha resuelto mediante el paquete de programas de CYPECAD 2014, cuya licencia ha sido proporcionada por el departamento Construcción y Arquitectura industrial de la Universidad Politécnica de Valencia.

CYPE Ingenieros es una empresa que desarrolla y comercializa el software técnico para profesionales, su éxito es debido a la potencia de cálculo, fiabilidad, sencillez y rapidez del paquete de programas que proporcionan, todos dirigidos al ámbito de la edificación.

Se ha hecho uso de distintos programas como:

El generador de pórticos, que permite generar de forma rápida y sencilla la geometría y las cargas de peso propio, sobrecarga de uso, viento y nieve de un pórtico, formando nudos rígidos celosías o cerchas. Además proporciona el dimensionamiento de correas de cubierta y correas de fachada, optimizando el perfil y la separación entre correas.

El nuevo Metal3D, un ágil y eficaz programa pensado para realizar el cálculo de estructuras en tres dimensiones de barras, incluido el dimensionamiento de uniones y el dimensionamiento de su cimentación con placas de anclaje, zapatas, encepados, correas de atado y vigas centradoras. Además permite obtener su redimensionamiento y optimización máxima.

El generador de precios que es una herramienta de CYPE que permite obtener precios con las previsiones de costes ajustadas al máximo a la realidad.

El Arquímedes que es la herramienta más completa para mediciones, presupuestos, certificaciones, pliego de condiciones; y manual de uso y mantenimiento del edificio.

Para la obtención del cálculo y el dimensionamiento de los perfiles, cimentaciones y de más componentes, se ha creado una nave como la de la imagen 1-1, que consta de 14 pórticos, 2 de ellos de fachada frontal, y 12 pórticos interiores tipo. Todos ellos separados 5 metros estableciendo una nave de 65 metros de largo y 28 metros de luz.

También se observa en la imagen uno de los elementos claves de la estructura como es el sistema a contraviento.

## 2 MATERIALES

Como se ha mencionado en el documento I, los materiales utilizados en la estructura del edificio industrial que nos ocupa son básicamente dos, el acero y el hormigón.

### 2.1 Hormigón

El hormigón que se emplea es básicamente de dos tipos, el hormigón de limpieza y el hormigón armado.

- **Hormigón de limpieza HL-150/P/20.** Que tiene una resistencia característica de 150N/mm<sup>2</sup>, tiene una consistencia plástica y el tamaño máximo de árido es de 20 milímetros.

Se utiliza de asiento en la parte inferior de la cimentación para evitar la variación de cotas y la desecación o contaminación del hormigón estructural durante su vertido. La capa del hormigón de limpieza es de 10 cm.

- **Hormigón armado HA-30/B/20/Ila+Qb.** Tiene una resistencia característica de 30 N/mm<sup>2</sup>, de consistencia blanda y 20 milímetros, se trata de un hormigón con una clase general de exposición Ila y una clase específica de exposición Qb debido a que se instala en un polígono, y una parcela situada cerca del mar.

El hormigón armado se emplea en los elementos de la cimentación, vigas de atado y zapatas, y en la solera formando una capa de 20 cm de espesor, que se le aplica un acabado superficial con fratasadora.

## 2.2 Acero

El Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero del Código Técnico, CTE DB-SE-A, se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación.

Los aceros considerados son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general).

En este DB también están contemplados los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para la construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino y en la UNE-EN 10219-1:1998 relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío.

Aceros, principalmente trabajamos con dos:

- Acero conformado S235. Que se emplea en las correas de cubierta.

Serie	Dimensión	Elemento
CF	200x3.0	Correas de cubierta

Tabla 2-1

- Acero laminado S275. Que se emplea en pórticos interiores, en los pórticos de fachada, en las vigas perimetrales, en las correas laterales, y en el sistema a contraviento, con diferentes perfiles como vemos a continuación.

Serie	Dimensión	Elemento
IPE	400	Pilares y jácenas de los pórticos interiores
IPE	240	Pilares de los pórticos de fachada
IPE	160	Jácenas de los pórticos de fachada
IPE	140	Vigas perimetrales
IPE	100	Correas laterales
#	120x4.0	Montantes del arriostramiento de fachada
#	90x3.0	Montantes de la viga a contraviento y el arriostramiento de fachada lateral
L	75x75x6	Diagonales de la viga a contraviento y de los arriostramientos de fachada lateral y del pórtico de fachada

Tabla 2-2

Características comunes a todos los aceros:

Módulo de Elasticidad E (N/mm <sup>2</sup> )	Módulo de Rigidez G (N/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Poisson $\nu$	Coefficiente de dilatación térmica A (°C <sup>-1</sup> )	Densidad $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
210 000	81 000	0.3	1.2·10 <sup>-5</sup>	7 850

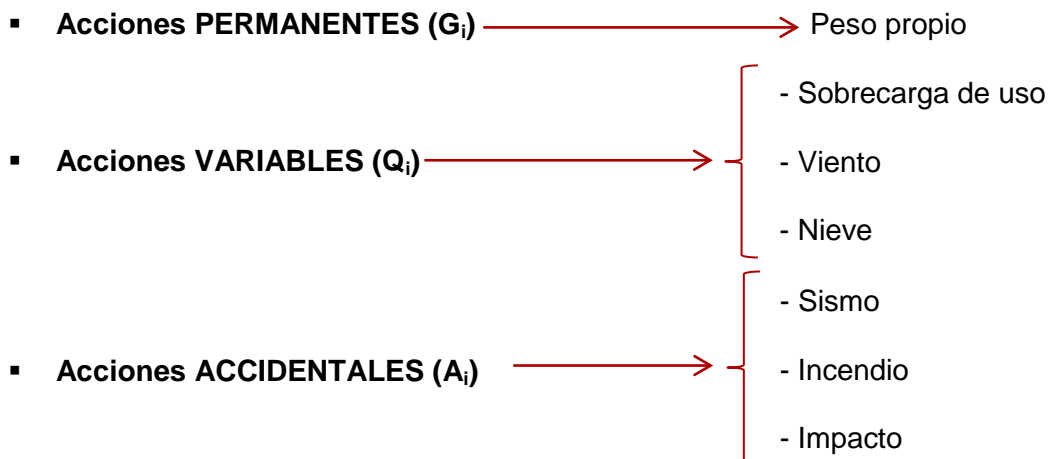
Tabla 2-3: Características comunes aceros.

Y finalmente el acero B500S con el que se realizara el armado del hormigón, dicho acero va codificado con la letra B para indicar que se trata de un acero para hormigón armado cuyo límite elástico es de 500 MPa.

Este acero no obedece al CTE DB-SE-A, si no que para este acero se tiene en cuenta el EHE-08.32.

### 3 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

Según se clasifican las acciones en el DB SE-AE del CTE, las acciones a considerar en el cálculo se clasifican por su variación en el tiempo en tres grupos:



#### 3.1 Acciones Permanentes

Se trata de aquellas acciones que actúan en todo instante sobre el edificio con posición contante. Su magnitud puede ser constante como es el caso del peso propio de los elementos constructivos o las acciones de empuje del terreno, o no, como son las acciones reológicas o el pretensado, pero con variaciones despreciables.

En el caso que nos ocupa, tomamos como acciones permanentes el peso propio de los elementos estructurales, y el peso del cerramiento, en nuestro caso el peso propio del panel tipo sándwich tanto de cubierta como de las fachadas laterales y frontales será considerado como 0,15 KN/m<sup>2</sup>.

#### 3.2 Acciones Variables

Las acciones variables hacen referencia aquellas acciones que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas.

En este tipo de acciones podemos distinguir:

##### 3.2.1 Sobrecarga de uso

Respecto a la sobrecarga de uso de nuestra nave y de acuerdo con el CTE DB-SE-AE tenemos una cubierta en la que no se desempeñara ninguna actividad, y solo será accesible para mantenimiento, lo que establece una categoría de uso G y además al tratarse de una cubierta ligera que reposa sobre correas su subcategoría de uso es 1, es decir que tendremos una categoría de uso G1 que implica una sobrecarga de uso relativa de 0.40 KN/m<sup>2</sup>.

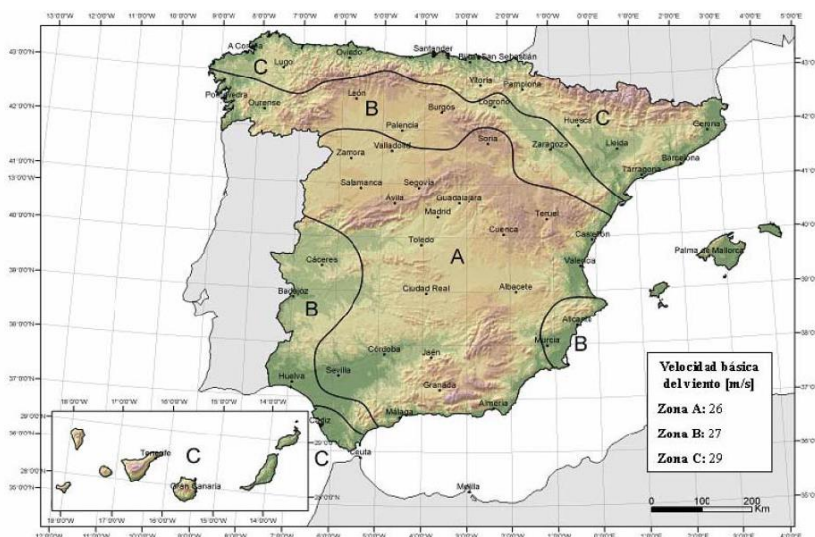
### 3.2.2 Viento

Según establece el CTE en su DB-SE-AE, el viento es considerado como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o una presión estática que se obtendrá mediante:

$$q_e = q_b \times c_e(z) \times c_p$$

Siendo:

- $q_e$  Presión estática.
- $q_b$  Presión dinámica. Varía en función del emplazamiento geográfico de la obra ( VER MAPA).
- $c_e(z)$  Coeficiente de exposición. Varía con la altura de cumbre del edificio y el grado de aspereza del entorno.
- $c_p$  Coeficiente de presión o coeficiente eólico. Depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.



**Imagen 3-1: Valor básico de la velocidad del viento.**

Respecto a nuestro caso, tenemos los siguientes datos de viento:

Normativa aplicada	<b>CTE DB-SE-AE</b>
Zona Eólica	Zona A (MAPA)
Grado de aspereza	IV. Zona urbana, industrial o forestal
Periodo de servicio	50 años
Profundidad de la nave industrial	65 metros
Sin huecos	

**Tabla 3-1: Datos de viento.**

Las hipótesis que se han tenido en cuenta a la hora de tener en cuenta la acción del viento son las siguientes:

- V (0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- V (0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
- V (90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- V (180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- V (180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
- V (270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

### 3.2.3 Nieve

Otra acción variable asociada a la climatología es la nieve, para la cual definiremos la zona climática invernal y la altitud de la topografía entre otros parámetros, para poder establecer el efecto de ésta sobre nuestra nave.

Respecto a nuestro caso, tenemos los siguientes datos de nieve:

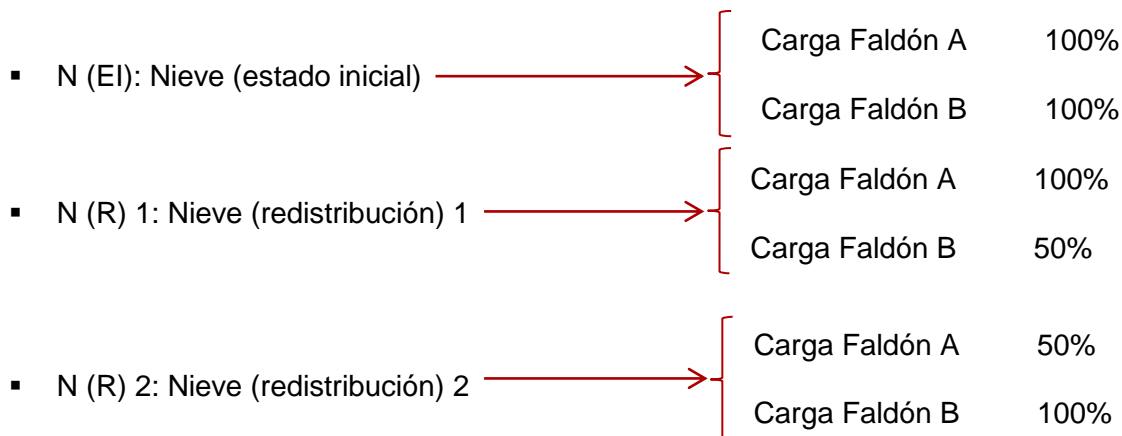
Normativa aplicada	CTE DB-SE-AE
Zona climática invernal	Zona 5 (MAPA)
Altitud topográfica	49 metros
Exposición al viento	Normal
Cubierta sin resaltes	

**Tabla 3-2: Datos de nieve.**



**Tabla 3-3: Zonas climáticas de invierno.**

Las hipótesis consideradas para valorar la acción de la nieve han sido:



### 3.3 Acciones Accidentales

Son aquellas cuya probabilidad de que ocurran es muy pequeña pero de gran importancia en el caso de ocurrir, acciones accidentales son el sismo, incendio, impacto o explosión.

Dichas acciones obedecen a una normativa específica distinta, y debido a la mayor complejidad de cálculo que necesitan, no las tendremos en cuenta en el presente TFG.

## 4 COMBINACIONES DE CÁLCULO

Han sido consideradas las siguientes normas:

<b>Cimentación: EHE-08</b>	<b>Hormigón: EHE-08</b>	<b>Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A</b>
--------------------------------	-----------------------------	--

Y se han tenido en cuenta los siguientes estados límites:

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

Tabla 4-1: Estados límites.



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

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Siendo:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  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: EHE-08**
- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\gamma_p$ )	Acompañamiento ( $\gamma_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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

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

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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**

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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

<b>Característica</b>				
-----------------------	--	--	--	--

	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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**

<b>Integridad</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

<b>Integridad_G1</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

<b>Copia de</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				



<b>Apariencia</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

## 5 ESTRUCTURA METÁLICA

A continuación se procederá al cálculo de la estructura por partes, atendiendo a los diferentes elementos que componen la estructura metálica completa. Atendiendo a la comprobación de resistencia y comprobación de flecha de las correas de cubierta y de las correas laterales.

### 5.1 Correas

En la estructura implementaremos dos tipos de correas, las correas de cubierta, y las correas laterales.

Correas de cubierta	Correas laterales
CF-200x3.0	IPE100

Tabla 5-1: Perfiles correas.

#### 5.1.1 Correas de cubierta

En la imagen 5-1 podemos comprobar la distribución que siguen las correas de cubierta, para más detalle ver plano nº12 del documento *Planos*.

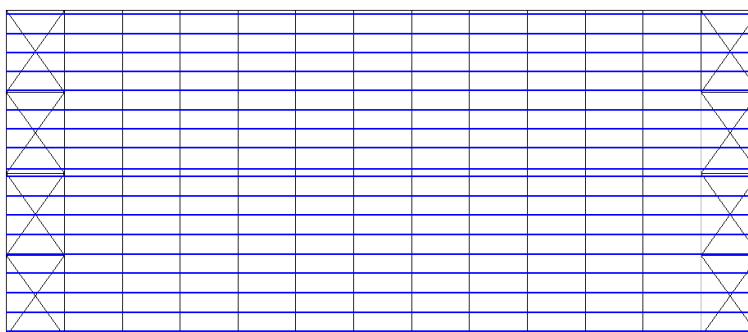


Imagen 5-1: Distribución correas de cubierta.

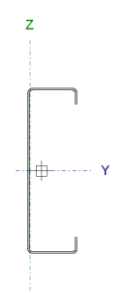
Los detalles de las correas de cubierta se resumen en la siguiente tabla.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x3.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.75 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

## Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 54.58 %

### Barra pésima en cubierta

<b>Perfil: CF-200x3.0</b> <b>Material: S235</b>									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.871, 65.000, 8.087	0.871, 60.000, 8.087	5.000	10.2 0	588.2 9	45.9 0	0.31	- 13.41	0.00
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad								
	Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
$\beta$		0.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>		0.000	5.000	0.000	0.000				
C <sub>1</sub>		-		1.000					
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>i</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>z</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> N <sub>t</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>Max.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 5 m η = 54.6	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 10.6	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 54.6
Notación: b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a tracción y flexión N <sub>t</sub> M <sub>z</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a compresión y flexión N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>y</sub> N <sub>t</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{62.7} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{16.0} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{4.7} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.292}$$

Donde:

<b>h</b> : Altura del alma.	<b>h</b> : <u>188.00</u> mm
<b>b</b> : Ancho de las alas.	<b>b</b> : <u>48.00</u> mm
<b>c</b> : Altura de los rigidizadores.	<b>c</b> : <u>14.00</u> mm
<b>t</b> : Espesor.	<b>t</b> : <u>3.00</u> mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.546} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 60.000, 8.087, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

 $M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{7.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión  $M_{c,Rd}$  viene dada por:

$$M_{c,Rd} : \underline{13.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{58.83} \text{ cm}^3$$

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Resistencia a pandeo lateral del ala superior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

**Resistencia a pandeo lateral del ala inferior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión. Eje Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

**Resistencia a flexión biaxial** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.871, 60.000, 8.087, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{8.00} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{75.69} \text{ kN}$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{194.36} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

$\phi$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

$f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.



$$f_{bv} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.75}$$

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

#### **Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

#### **Resistencia a compresión y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

#### **Resistencia a cortante, axil y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

#### **Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

## **Comprobación de flecha**

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 32.63 %

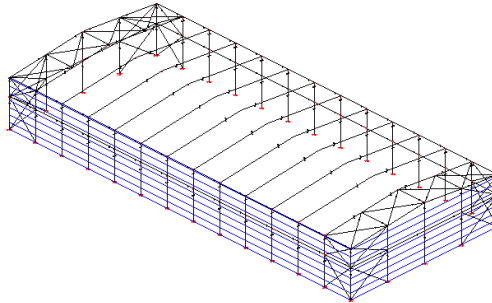
- Coordenadas del nudo inicial: 0.871, 65.000, 8.087
- Coordenadas del nudo final: 0.871, 60.000, 8.087

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V(0°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

( $I_y = 588 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 46 \text{ cm}^4$ )

### 5.1.2 Correas laterales

En la imagen 5-2 se aprecia la distribución y disposición de las correas laterales. Y en la tabla podemos observar las características de las correas laterales.



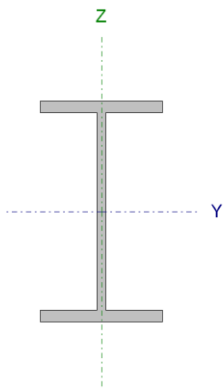
**Imagen 5-2: Distribución de correas laterales.**

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 100	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.20 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

### **Comprobación de resistencia**

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 38.58 %

### Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 100 Material: 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 (cm<sup>2</sup>)</th> <th>I<sub>y</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>z</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>t</sub><sup>(2)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.000, 5.000, 0.600</td> <td>0.000, 0.000, 0.600</td> <td>5.000</td> <td>10.30</td> <td>171.00</td> <td>15.92</td> <td>1.20</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	0.000, 5.000, 0.600	0.000, 0.000, 0.600	5.000	10.30	171.00	15.92	1.20									
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																									
Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )		I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )																								
0.000, 5.000, 0.600	0.000, 0.000, 0.600	5.000	10.30	171.00	15.92	1.20																								
<p>Notas: (<sup>1</sup>) Inercia respecto al eje indicado (<sup>2</sup>) Momento de inercia a torsión uniforme</p>																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L<sub>K</sub></td> <td>0.000</td> <td>5.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>m</sub></td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>1</sub></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">-</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	1.00	0.00	0.00	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	C <sub>1</sub>	-		1.000	
	Pandeo		Pandeo lateral																											
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																										
β	0.00	1.00	0.00	0.00																										
L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000																										
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000																										
C <sub>1</sub>	-		1.000																											
<p>Notación: β: Coeficiente de pandeo L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m) C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p>																														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	l <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
pésima en lateral	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m l <sub>w</sub> ≤ l <sub>w,máx</sub> Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 38.6	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 6.8	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m η < 0.1	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 38.6
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>λ: Limitación de esbeltez</li> <li>l<sub>w</sub>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</li> <li>N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción</li> <li>N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión</li> <li>M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li>V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z</li> <li>V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y</li> <li>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados</li> <li>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</li> <li>M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</li> <li><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</li> <li><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</li> <li><sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</li> <li><sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</li> <li><sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li><sup>(7)</sup> 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.</li> <li><sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li><sup>(9)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</li> <li><sup>(10)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> </ul>																

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

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

**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.

$h_w : 88.60 \text{ mm}$

 $t_w$ : Espesor del alma.

$t_w : 4.10 \text{ mm}$

 $A_w$ : Área del alma.

$A_w : 3.63 \text{ cm}^2$

 $A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef} : 3.14 \text{ cm}^2$

 $k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$k : 0.30$

 $E$ : Módulo de elasticidad.

$E : 210000 \text{ MPa}$

 $f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$

Siendo:

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

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

**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)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.386 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.600, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1. $M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 3.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

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

$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$M_{c,Rd} : 10.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$W_{pl,y} : 39.41 \text{ cm}^3$

 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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:

 $\eta$ : 0.068 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.600, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 4.19 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por: $V_{c,Rd}$ : 62.00 kN

Donde:

 $A_v$ : Área transversal a cortante. $A_v$ : 4.10 cm<sup>2</sup>

Siendo:

 $h$ : Canto de la sección. $h$ : 100.00 mm $t_w$ : Espesor del alma. $t_w$ : 4.10 mm $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.90 MPa

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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:

21.61 &lt; 64.71 ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma. $\lambda_w$  : 21.61 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71 $\epsilon$ : Factor de reducción. $\epsilon$  : 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** (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  $V_{c,Rd}$ .

$$4.19 \text{ kN} \leq 31.00 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.600, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 4.19 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 62.00 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)

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.

## Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 67.95 %

- Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 5.000, 0.600
- Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.600

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(270^\circ)$  H1 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

( $I_y = 171 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 16 \text{ cm}^4$ )

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m <sup>2</sup>
Correas de cubierta	18	144.17	0.05
Correas laterales	16	129.37	0.05

## 5.2 Pórtico interior

Nuestra estructura metálica está compuesta por 12 pórticos interiores con idénticas características. Así pues, se realizarán las comprobaciones en uno de los pórticos.

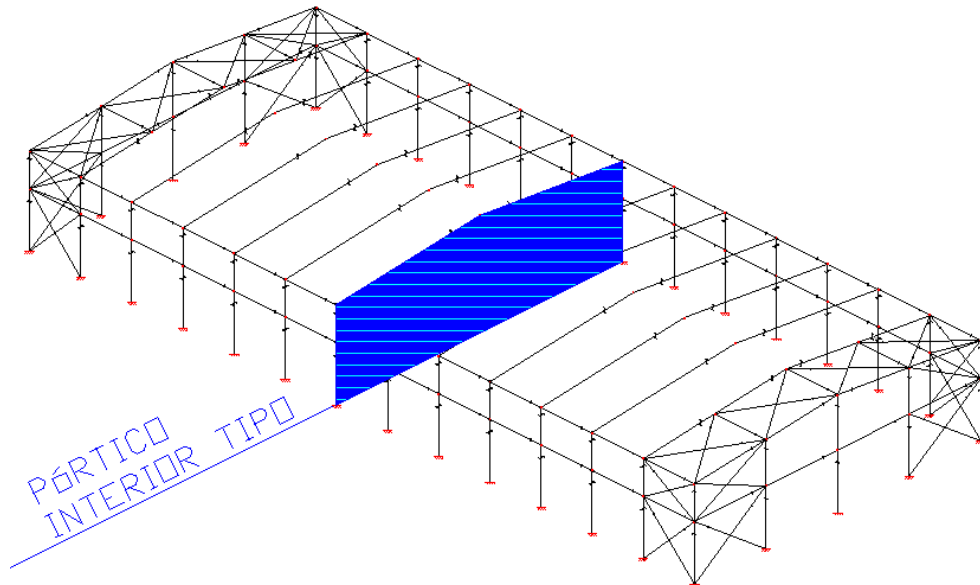


Imagen 5-3: Pórtico interior tipo.

Las comprobaciones se realizan sobre las barras que unen los nudos 33,108, 34,y 35, es decir, la jácena (34-35) y el pilar (33-34).

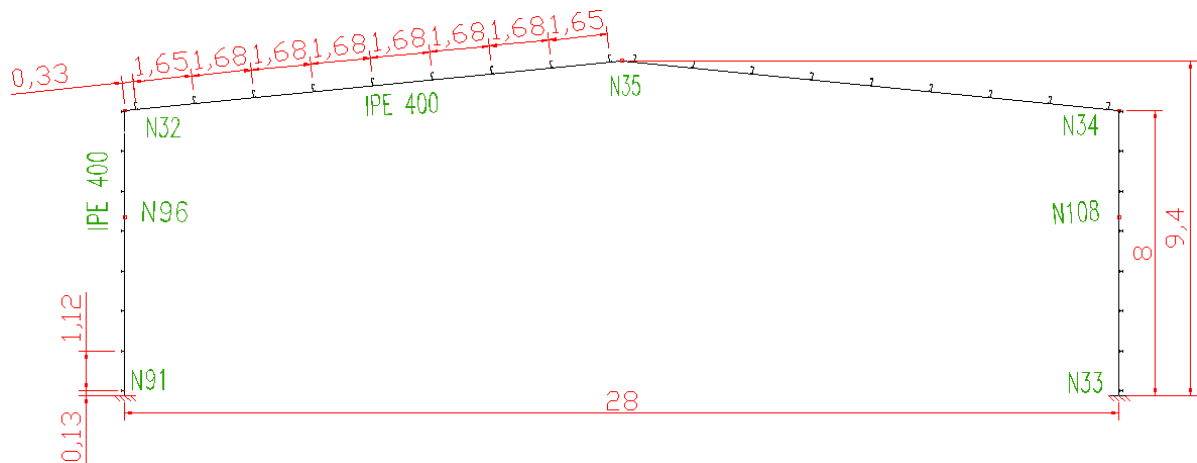


Imagen 5-4: Pórtico tipo. Referencia nudos.

Jácena	Pilar
IPE 400	IPE 400

Imagen 5-5: Perfiles jácenas y pilares.



## Cargas

### Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

<b>Cargas en barras</b>										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N34/N35	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	Peso propio	Uniforme	0.974	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	Q	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	V(0°) H1	Faja	2.155	-	0.000	12.190	Globales	-0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(0°) H1	Faja	0.422	-	12.190	14.070	Globales	-0.000	-0.100	-0.995
N34/N35	V(0°) H2	Faja	2.050	-	12.190	14.070	Globales	0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(0°) H2	Faja	2.050	-	0.000	12.190	Globales	-0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(90°) H1	Uniforme	2.181	-	-	-	Globales	-0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(180°) H1	Faja	2.129	-	1.890	14.070	Globales	0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(180°) H1	Faja	4.310	-	0.000	1.890	Globales	-0.000	0.100	0.995
N34/N35	V(180°) H2	Faja	0.052	-	0.000	1.890	Globales	0.000	-0.100	-0.995
N34/N35	V(180°) H2	Faja	0.052	-	1.890	14.070	Globales	-0.000	-0.100	-0.995
N34/N35	V(270°) H1	Uniforme	2.181	-	-	-	Globales	0.000	0.100	0.995
N34/N35	N(EI)	Uniforme	1.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	N(R) 1	Uniforme	1.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	N(R) 2	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N108	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N108	Peso propio	Uniforme	1.080	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N108	V(0°) H1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N33/N108	V(0°) H2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N33/N108	V(90°) H1	Uniforme	1.839	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N33/N108	V(180°) H1	Uniforme	2.617	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N33/N108	V(180°) H2	Uniforme	2.617	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N33/N108	V(270°) H1	Uniforme	1.839	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N108/N34	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N108/N34	Peso propio	Uniforme	1.080	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N108/N34	V(0°) H1	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N108/N34	V(0°) H2	Uniforme	1.188	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N108/N34	V(90°) H1	Uniforme	1.839	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N108/N34	V(180°) H1	Uniforme	2.617	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N108/N34	V(180°) H2	Uniforme	2.617	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N108/N34	V(270°) H1	Uniforme	1.839	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000

## Resultados

### Barras

#### ESFUERZOS

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)

#### HIPÓTESIS

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	2.110 m	3.517 m	5.628 m	7.035 m	9.145 m	10.552 m	12.663 m	14.070 m	
N34/N35	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-18.161	-17.820	-17.592
		Vy	19.867	19.526	19.299	18.957	18.730	18.388	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	-	-	-	-9.617	-6.204	-3.929	-0.516	1.759	
		My	20.994	17.581	15.305	11.893	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-85.77	-45.07	-21.93	6.77	21.90	38.59	45.72	50.41	49.54	
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-22.349	-21.929	-21.649
		Vy	24.449	24.029	23.749	23.329	23.049	22.629	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-	-	-	-	-	-7.635	-4.835	-0.635	2.165	
		My	25.835	21.635	18.835	14.635	11.835	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	2.110 m	3.517 m	5.628 m	7.035 m	9.145 m	10.552 m	12.663 m	14.070 m
		My	-105.55	-55.46	-26.99	8.33	26.95	47.49	56.27	62.04	60.96
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	21.511	21.511	21.511	21.511	21.511	21.511	21.511	21.511	21.511
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	24.748	20.200	17.168	12.620	9.588	5.040	2.008	-1.321	-0.727
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	87.89	40.46	14.17	-17.26	-32.88	-48.32	-53.28	-53.00	-51.56
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	19.946	15.619	12.734	8.407	5.522	1.195	-1.690	-6.017	-8.902
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	46.12	8.59	-11.35	-33.66	-43.46	-50.55	-50.20	-42.07	-31.57
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	27.551	22.948	19.879	15.276	12.207	7.604	4.536	-0.067	-3.136
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	111.84	58.56	28.43	-8.67	-28.00	-48.91	-57.45	-62.17	-59.91
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	21.229	21.229	21.229	21.229	21.229	21.229	21.229	21.229	21.229
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	30.526	21.912	18.917	14.424	11.429	6.936	3.941	-0.552	-3.547
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	113.13	58.25	29.53	-5.65	-23.84	-43.22	-50.87	-54.45	-51.56
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	10.952	10.952	10.952	10.952	10.952	10.952	10.952	10.952	10.952
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	6.134	6.244	6.318	6.428	6.501	6.612	6.685	6.796	6.869
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	59.90	46.84	38.01	24.56	15.46	1.62	-7.73	-21.96	-31.57
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360	31.360
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	27.551	22.948	19.879	15.276	12.207	7.604	4.536	-0.067	-3.136
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	111.84	58.56	28.43	-8.67	-28.00	-48.91	-57.45	-62.17	-59.91
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	13.654	13.419	13.263	13.028	12.872	12.637	-12.481	-12.247	-12.090
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	14.428	12.082	10.519	-8.173	-6.609	-4.264	-2.700	-0.355	1.209
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-58.95	-30.97	-15.07	4.65	15.05	26.52	31.42	34.65	34.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	2.110 m	3.517 m	5.628 m	7.035 m	9.145 m	10.552 m	12.663 m	14.070 m
	N(R) 1	N	-	-	-	-9.828	-9.672	-9.437	-9.281	-9.047	-8.890
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-9.047	-6.701	-5.137	-2.792	-1.228	1.117	2.681
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-46.75	-21.88	-8.05	8.57	16.90	25.26	28.09	28.21	25.53
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-	-9.910	-9.831	-9.714	-9.636	-9.519	-9.441	-9.323	-9.245
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-8.686	-7.513	-6.732	-5.559	-4.777	-3.604	-2.822	-1.650	-0.868
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-41.68	-24.58	-14.56	-1.59	5.68	14.52	19.04	23.76	25.53
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N33/N108	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	37.979	36.897	35.815	34.733	33.651	32.569	31.487	30.405	29.323
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	55.66	44.61	33.56	22.51	11.46	0.42	-10.63	-21.68	-32.73
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	68.50	54.90	41.31	27.71	14.11	0.51	-13.09	-26.69	-40.28
	V(0°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	-9.440	-	-	-	-	-	-	-	-
		My	10.182	10.925	11.667	12.409	13.152	13.894	14.636	15.379	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H2	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz	2.158	1.416	0.673	-0.069	-0.811	-1.554	-2.296	-3.038	-3.780
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	25.38	24.27	23.61	23.42	23.70	24.44	25.64	27.31	29.44
		Mz	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
V(90°) H1	N	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	
	Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	
	Vz	2.158	1.416	0.673	-0.069	-0.811	-1.554	-2.296	-3.038	-3.780	
V(90°) H1	N	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	
	Vy	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	
	Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-57.00	-48.05	-38.38	-27.99	-16.88	-5.06	7.49	20.75	34.73	
		Mz	0.57	0.47	0.38	0.29	0.19	0.10	0.01	-0.09	-0.18	
	V(180°) H1	N	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486
		Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	39.023	37.387	35.751	34.116	32.480	30.844	29.209	27.573	25.937	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V(180°) H2	N	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193
		Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	31.224	29.588	27.952	26.317	24.681	23.045	21.410	19.774	18.138	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V(270°) H1	N	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535
		Vy	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146	-0.146
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	13.748	14.898	16.048	17.197	18.347	19.496	20.646	21.795	22.945	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-57.00	-48.05	-38.38	-27.99	-16.88	-5.06	7.49	20.75	34.73	
	N(EI)	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	38.26	30.66	23.07	15.47	7.88	0.29	-7.31	-14.90	-22.50	
N(R) 1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	26.16	20.46	14.77	9.07	3.37	-2.32	-8.02	-13.71	-19.41		
N(R) 2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	31.23	25.53	19.84	14.14	8.44	2.75	-2.95	-8.64	-14.34		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N108/N34	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	28.692	27.950	27.208	26.837	26.095	25.353	24.611	24.240	23.498	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680	17.680
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-32.73	-40.31	-47.89	-51.68	-59.25	-66.83	-74.41	-78.20	-85.77	
	Q	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140	28.140
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757	21.757
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-40.28	-49.61	-58.93	-63.59	-72.92	-82.24	-91.57	-96.23	-105.55	
	V(0°) H1	N	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765	26.765
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	15.379	15.888	16.397	16.651	17.160	17.669	18.178	18.433	18.942	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	36.41	43.11	50.03	53.57	60.82	68.28	75.96	79.88	87.89	
	V(0°) H2	N	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	20.780	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-3.780	-4.289	-4.798	-5.053	-5.562	-6.071	-6.580	-6.834	-7.343	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	29.44	31.17	33.11	34.17	36.44	38.94	41.65	43.09	46.12	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535		
	Vy	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061		
	Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Mt	22.945	23.733	24.522	24.916	25.704	26.492	27.280	27.675	28.463		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	34.73	44.73	55.08	60.37	71.22	82.40	93.93	99.81	111.84		
V(180°) H1	N	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486	32.486		
	Vy	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061	-0.061		
	Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Mt	25.937	24.816	23.694	23.133	22.012	20.890	19.769	19.208	18.086		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	47.10	57.97	68.37	73.38	83.06	92.25	100.96	105.14	113.13		
V(180°) H2	N	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193	7.193		
	Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003		
	Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Mt	18.138	17.017	15.895	15.334	14.213	13.091	11.970	11.409	10.287		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	17.27	24.80	31.85	35.20	41.53	47.38	52.75	55.25	59.90		

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
	V(270°) H1	N	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535	30.535
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	22.945	23.733	24.522	24.916	25.704	26.492	27.280	27.675	28.463	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	34.73	44.73	55.08	60.37	71.22	82.40	93.93	99.81	111.84	
	N(EI)	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715	15.715
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150	12.150
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-22.50	-27.70	-32.91	-35.52	-40.72	-45.93	-51.14	-53.74	-58.95	
	N(R) 1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932	13.932
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-19.41	-23.31	-27.22	-29.17	-33.08	-36.98	-40.89	-42.84	-46.75	
N(R) 2	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Vy	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	-9.641	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	9.113	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-14.34	-18.24	-22.15	-24.10	-28.01	-31.91	-35.82	-37.77	-41.68		

### 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)
N34/N35	5.628	0.00	8.442	22.73	5.628	0.00	8.442	41.15
	-	L/(>1000)	9.145	L/578.4	-	L/(>1000)	9.145	L/578.7
N33/N34	8.000	2.28	8.000	27.11	8.000	4.50	8.000	52.08
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/295.1	8.000	L/(>1000)	8.000	L/295.1

COMPROBACIONES E.L.U. (COMPLETO)

**Jácena**

- Barra N34/N35

Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N34	N35	14.070	84.50	23130.00	1318.00	51.08
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	1.99	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		0.000	28.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	0.840	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Facto□ de modificación para el momento crítico						

**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.

$\bar{\lambda}$  : 1.91 ✓

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<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A<sub>ef</sub> :** 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub> :** 611.47 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub> :** 611.47 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** ∞



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.	$I_y : 23130.00 \text{ cm}^4$
$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : 1318.00 \text{ cm}^4$
$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : 51.08 \text{ cm}^4$
$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : 490000.00 \text{ cm}^6$
$E$ : 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.	$L_{ky} : 28.000 \text{ m}$
$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : 0.000 \text{ m}$
$L_{kt}$ : 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.	$i_0 : 17.01 \text{ cm}$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : 16.54 \text{ cm}$
	$i_z : 3.95 \text{ cm}$
$y_0, z_0$ : 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:

$$43.37 \leq 263.21 \checkmark$$

Donde:

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

Siendo:

**Resistencia a tracción** (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.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{32.97} \text{ kN}$$

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.

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.123} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{63.49} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2119.16} \text{ kN}$$

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<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**A<sub>ef</sub> :** 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>vd</sub> :** 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub> :** 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M0</sub> :** 1.05

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

**N<sub>b,Rd</sub> :** 515.27 kN

Donde:

**A<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**A<sub>ef</sub> :** 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>vd</sub> :** 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub> :** 275.00 MPa

**γ<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M1</sub> :** 1.05

**χ:** Coeficiente de reducción por pandeo.

**χ<sub>v</sub> :** 0.24

Siendo:

**φ<sub>v</sub> :** 2.50

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

**α<sub>v</sub> :** 0.21

**λ̄:** Esbeltez reducida.

**λ̄<sub>v</sub> :** 1.91

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr</sub> :** 611.47 kN

**N<sub>cr,y</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :** 611.47 kN

**N<sub>cr,z</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :** ∞

**N<sub>cr,T</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.801} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{101.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{274.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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)

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

 $\gamma_{M0}$ : 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** (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:

$$\eta : \underline{0.129} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : \underline{67.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.40} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

#### **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:

$$43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{43.37}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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)

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

#### **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  $V_{c,Rd}$ .

$$67.09 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : \underline{67.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

**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:

$$\eta : \underline{0.830} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.862} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.472} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{63.49} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{274.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

**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.

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

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.10}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{0.84}$$

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

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.23}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.95}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : 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 (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.

$$67.09 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{67.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

**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.



### Pilar parte inferior

- Barra N33/N108

Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
Inicial	Final					
N33	N108	5.000	84.50	23130.00	1318.00	51.08
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	2.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		3.500	10.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	0.900	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

#### 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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.00} \quad \checkmark$$

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.

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

**A<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\text{A}_{ef} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{2229.97} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

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

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{4793.96} \text{ kN}$$

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

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{2229.97} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>23130.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>1318.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>51.08</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>490000.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>10.000</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>3.500</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub></b> : <u>17.01</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>16.54</u> cm
	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>3.95</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub></b> : <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:

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

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>373.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>8.60</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>32.08</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>24.30</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>vf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>vf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N108, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{25.27} \text{ kN}$$

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.

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

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

$$\eta : \underline{0.074} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{93.48} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2119.16} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**A<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{1266.65} \text{ kN}$$

Donde:

**A<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_v} : \underline{0.86}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{0.78}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{1.13}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_v} : \underline{0.68}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{1.00}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{2229.97} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{4793.96} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{2229.97} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.520} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{177.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{128.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed} : 0.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 59.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.109 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : 56.50 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 520.17 \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : 34.40 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : 400.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : 8.60 \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

**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:

$$43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{43.37}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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)

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

**Resistencia a corte Y** (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·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.22} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

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

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{373.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

 $f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$56.50 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 56.50 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 520.17 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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.22 \text{ kN} \leq 396.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.22 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 792.68 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.562} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.529} \quad \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.360} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo p <sup>ésimo</sup> .	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : $\underline{93.48}$ kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo p <sup>ésimos</sup> , según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup></b> : $\underline{177.90}$ kN·m
	<b>M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup></b> : $\underline{0.00}$ kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : $\underline{1}$
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : $\underline{2213.10}$ kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : $\underline{342.31}$ kN·m
	<b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : $\underline{59.98}$ kN·m
<b>Resistencia a pandeo</b> : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : $\underline{84.50}$ cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : $\underline{1307.00}$ cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub></b> : $\underline{229.00}$ cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> : $\underline{261.90}$ MPa

Siendo:

<b>f<sub>v</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>v</sub></b> : $\underline{275.00}$ MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : $\underline{1.05}$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.02}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.10}$$

<b>C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub></b> : Factores de momento flector uniforme equivalente.	<b>C<sub>m,y</sub></b> : $\underline{0.90}$
	<b>C<sub>m,z</sub></b> : $\underline{1.00}$

<b>χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub></b> : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>χ<sub>y</sub></b> : $\underline{0.85}$
	<b>χ<sub>z</sub></b> : $\underline{0.58}$

<b>λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub></b> : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>λ̄<sub>y</sub></b> : $\underline{0.70}$
	<b>λ̄<sub>z</sub></b> : $\underline{1.02}$

<b>α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub></b> : Factores dependientes de la clase de la sección.	<b>α<sub>y</sub></b> : $\underline{0.60}$
	<b>α<sub>z</sub></b> : $\underline{0.60}$

**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  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q$ .

$$56.50 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{56.50}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{520.17}{\quad} \text{ kN}$$

**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.

### Pilar parte superior

- Barra N108/N134

Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N108	N134	3.000	84.50	23130.00	1318.00	51.08
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	3.33	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	3.000	10.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	0.900	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

#### 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.

$$\bar{\lambda} : \quad \underline{0.86} \quad \checkmark$$

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.

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

**A<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\text{A}_{ef} : \quad \underline{80.91} \quad \text{cm}^2$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \quad \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \quad \underline{3035.23} \quad \text{kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

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

$$\text{N}_{cr,y} : \quad \underline{4793.96} \quad \text{kN}$$

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

$$\text{N}_{cr,z} : \quad \underline{3035.23} \quad \text{kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \quad \underline{\infty}$$

Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>23130.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>1318.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>51.08</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>490000.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>10.000</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>3.000</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub></b> : <u>17.01</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>16.54</u> cm
	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>3.95</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub></b> : <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:

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

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>373.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>8.60</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>32.08</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>24.30</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>vf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>vf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{29.93} \text{ kN}$$

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.

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.038} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N108, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{80.94} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2119.16} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**A<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{1460.52} \text{ kN}$$

Donde:

**A<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_v} : \underline{0.86}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.69}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{0.78}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{0.98}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_v} : \underline{0.68}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{0.86}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{3035.23} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{4793.96} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{3035.23} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.801} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{101.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{274.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N108, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N108, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed} : 0.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 59.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

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

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.109 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : 56.50 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 520.17 \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : 34.40 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : 400.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : 8.60 \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$



**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:

$$43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{43.37}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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)

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

**Resistencia a corte Y** (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·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

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

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{373.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$  : 275.00 MPa $\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo}$  : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$56.50 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 56.50 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 520.17 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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.09 \text{ kN} \leq 396.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N108, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 0.09 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 792.68 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.834} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.774} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.490} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{73.93} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed} : \underline{274.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
<b>Clase:</b> 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.	<b>Clase :</b> <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$ : 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)

<b>A:</b> 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:

$f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.06}$$

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

$$C_{m,y} : \underline{0.90}$$

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

$\chi_y, \chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.85}$$

$$\chi_z : \underline{0.68}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.70}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.87}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : 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** (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.

$$56.50 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{56.50}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{520.17}{\quad} \text{ kN}$$

**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 Pórtico de fachada

En la nave de los 14 pórticos que posee, los correspondientes a la alineación 1 y 14 corresponden a los pórticos de fachada.

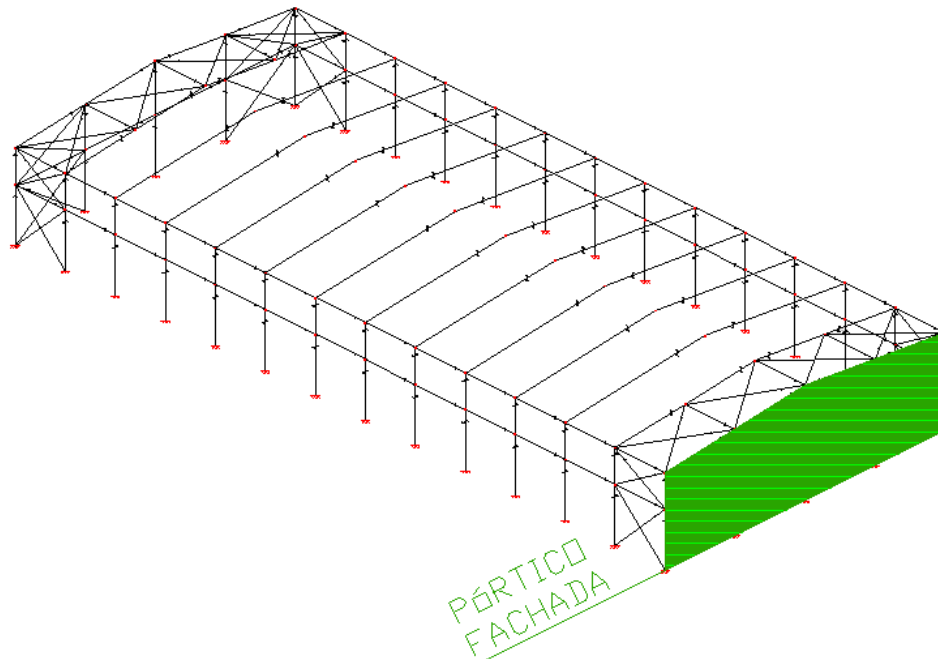


Imagen 5-6: Pórtico de fachada.

Se realizaran los cálculos sobre la jácena que une los nudos 67,73, 70 y sobre el pilar central que une los nudos 70, 79, 72 verificándose el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural, capacidad portante y estabilidad, y la aptitud al servicio que se recogen por el DB SE-A.

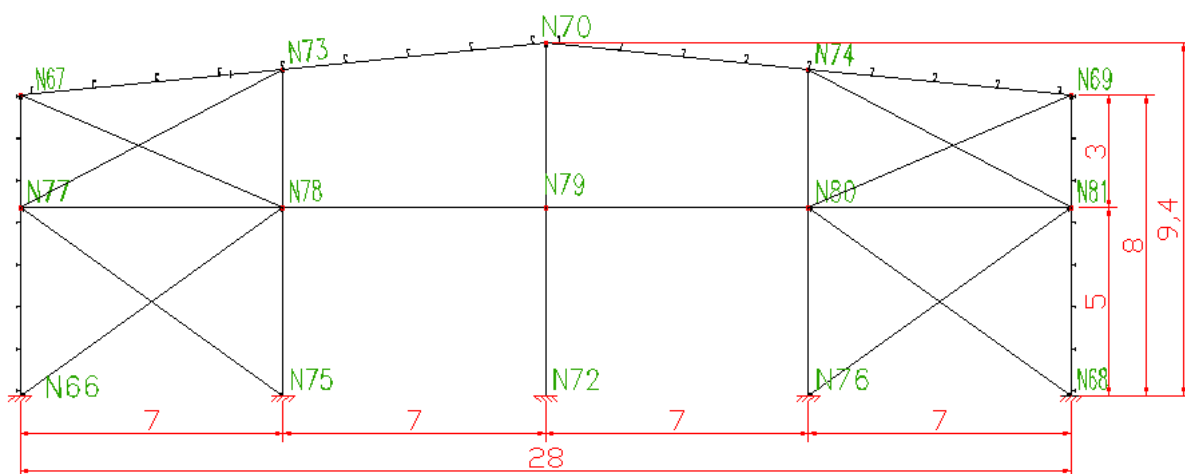


Imagen 5-7: Pórtico fachada. Referencia nudos.

## Cargas

### Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N67/N73	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	Peso propio	Triangular Izq.	0.075	-	0.000	7.035	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	Peso propio	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	Q	Uniforme	1.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	V(0°) H1	Faja	3.011	-	0.000	1.890	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(0°) H1	Faja	0.008	-	0.000	1.890	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(0°) H1	Faja	1.064	-	1.890	7.035	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(0°) H1	Trapezoidal	0.245	0.019	0.000	3.779	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H1	Trapezoidal	0.040	0.084	0.000	3.779	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H1	Faja	0.047	-	3.779	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H2	Trapezoidal	0.245	0.019	0.000	3.779	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H2	Trapezoidal	0.040	0.084	0.000	3.779	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H2	Faja	0.047	-	3.779	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(0°) H2	Faja	0.026	-	0.000	1.890	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N67/N73	V(0°) H2	Faja	0.026	-	1.890	7.035	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N67/N73	V(90°) H1	Uniforme	1.091	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.077	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(180°) H1	Uniforme	1.077	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.128	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N67/N73	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.128	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N67/N73	V(180°) H2	Uniforme	1.025	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.179	-	0.000	7.035	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N67/N73	V(270°) H1	Faja	1.773	-	0.000	4.724	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(270°) H1	Faja	1.460	-	4.724	7.035	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	V(270°) H1	Uniforme	0.496	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N67/N73	N(EI)	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	N(R) 1	Uniforme	0.279	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N73	N(R) 2	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	Peso propio	Uniforme	0.155	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	Peso propio	Triangular Izq.	0.075	-	0.000	7.035	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	Peso propio	Uniforme	0.487	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	Q	Uniforme	1.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	V(0°) H1	Uniforme	1.064	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(0°) H1	Triangular Izq.	0.205	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(0°) H2	Triangular Izq.	0.205	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(0°) H2	Uniforme	0.026	-	-	-	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N73/N70	V(90°) H1	Uniforme	1.091	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(90°) H1	Triangular Izq.	0.077	-	0.000	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H1	Faja	0.211	-	5.155	7.035	Globales	-0.000	0.100	-0.995
N73/N70	V(180°) H1	Faja	1.077	-	0.000	5.155	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(180°) H1	Faja	0.037	-	0.000	2.211	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H1	Faja	0.114	-	0.000	2.211	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H1	Triangular Izq.	0.141	-	2.211	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H2	Faja	0.037	-	0.000	2.211	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H2	Faja	1.025	-	0.000	5.155	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(180°) H2	Triangular Izq.	0.141	-	2.211	7.035	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H2	Faja	0.114	-	0.000	2.211	Globales	1.000	0.000	0.000
N73/N70	V(180°) H2	Faja	1.025	-	5.155	7.035	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(270°) H1	Triangular Izq.	0.179	-	0.000	7.035	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N73/N70	V(270°) H1	Uniforme	0.496	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	V(270°) H1	Uniforme	1.460	-	-	-	Globales	0.000	-0.100	0.995
N73/N70	N(EI)	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	N(R) 1	Uniforme	0.279	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N73/N70	N(R) 2	Uniforme	0.558	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N72/N79	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N72/N79	Peso propio	Uniforme	1.513	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N72/N79	V(0°) H1	Uniforme	3.917	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(0°) H1	Uniforme	0.127	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(0°) H2	Uniforme	3.917	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(0°) H2	Uniforme	0.127	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(90°) H1	Uniforme	1.545	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(180°) H1	Uniforme	3.917	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(180°) H1	Uniforme	0.127	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(180°) H2	Uniforme	3.917	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N72/N79	V(180°) H2	Uniforme	0.127	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N72/N79	V(270°) H1	Uniforme	3.605	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N79/N70	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N79/N70	Peso propio	Faja	1.513	-	0.000	3.700	Globales	0.000	0.000	-1.000
N79/N70	Peso propio	Triangular Izq.	1.513	-	3.700	4.400	Globales	0.000	0.000	-1.000
N79/N70	V(0°) H1	Faja	3.917	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H1	Faja	3.412	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H1	Triangular Izq.	2.825	-	3.920	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H1	Faja	0.127	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H1	Faja	0.038	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H2	Faja	3.917	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H2	Faja	3.412	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H2	Triangular Izq.	2.825	-	3.920	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H2	Faja	0.127	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(0°) H2	Faja	0.038	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(90°) H1	Faja	1.545	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(90°) H1	Triangular Izq.	1.545	-	3.700	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H1	Faja	3.917	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H1	Faja	3.412	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H1	Triangular Izq.	2.825	-	3.920	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H1	Faja	0.127	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H1	Faja	0.038	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H2	Faja	3.917	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H2	Faja	3.412	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H2	Triangular Izq.	2.825	-	3.920	4.400	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H2	Faja	0.127	-	0.000	3.700	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(180°) H2	Faja	0.038	-	3.700	3.920	Globales	1.000	0.000	0.000
N79/N70	V(270°) H1	Faja	3.605	-	0.000	3.700	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N79/N70	V(270°) H1	Triangular Izq.	3.605	-	3.700	4.400	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

## Resultados

### Barras

#### ESFUERZOS

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)



HIPÓTESIS

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.055 m	1.759 m	2.814 m	3.517 m	4.573 m	5.276 m	6.331 m	7.035 m
N67/N73	Peso propio	N	-0.667	-0.593	-0.544	-0.471	-0.423	-0.352	-0.306	-0.237	-0.192
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-2.120	-1.373	-0.881	-0.154	0.324	1.032	1.497	2.185	2.637
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.24	0.60	1.39	1.94	1.88	1.16	0.27	-1.67	-3.37
		Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	Q	N	-0.805	-0.700	-0.630	-0.525	-0.455	-0.350	-0.280	-0.175	-0.105
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-3.038	-1.988	-1.288	-0.238	0.462	1.512	2.212	3.262	3.962
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.73	0.93	2.08	2.88	2.81	1.76	0.45	-2.43	-4.97
		Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	V(0°) H1	N	1.438	1.438	1.438	1.438	1.438	1.438	1.438	1.438	1.438
		Vy	-0.617	-0.342	-0.189	-0.004	0.089	0.155	0.189	0.239	0.272
		Vz	6.711	3.525	1.401	0.022	-0.727	-1.850	-2.599	-3.722	-4.471
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.82	-1.58	-3.31	-3.94	-3.70	-2.34	-0.77	2.56	5.45
		Mz	-0.48	0.02	0.20	0.30	0.27	0.14	0.01	-0.21	-0.39
	V(0°) H2	N	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719	0.719
		Vy	-0.614	-0.339	-0.186	-0.001	0.092	0.158	0.191	0.241	0.275
		Vz	0.605	0.633	0.651	0.678	0.697	0.724	0.743	0.770	0.789
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.62	1.97	1.52	0.82	0.33	-0.42	-0.93	-1.73	-2.28
		Mz	-0.48	0.02	0.21	0.30	0.27	0.13	0.01	-0.22	-0.40
V(90°) H1	N	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	
	Vy	-0.184	-0.109	-0.066	-0.011	0.018	0.053	0.069	0.083	0.086	
	Vz	3.371	2.220	1.453	0.303	-0.465	-1.615	-2.383	-3.533	-4.301	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	2.10	-0.85	-2.14	-3.06	-3.01	-1.91	-0.50	2.62	5.37	
	Mz	-0.16	0.00	0.06	0.10	0.09	0.06	0.01	-0.07	-0.13	
V(180°) H1	N	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	0.868	
	Vy	-0.302	-0.177	-0.105	-0.013	0.036	0.094	0.121	0.144	0.149	
	Vz	2.993	1.856	1.098	-0.039	-0.797	-1.934	-2.692	-3.829	-4.587	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.54	-2.02	-3.06	-3.62	-3.33	-1.88	-0.26	3.18	6.14	
	Mz	-0.26	-0.01	0.09	0.15	0.14	0.07	0.00	-0.14	-0.25	
V(180°) H2	N	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	
	Vy	-0.302	-0.177	-0.105	-0.014	0.036	0.093	0.121	0.144	0.149	
	Vz	2.344	1.262	0.541	-0.541	-1.262	-2.344	-3.065	-4.147	-4.868	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-1.36	-3.26	-3.89	-3.89	-3.26	-1.36	0.55	4.35	7.52	
	Mz	-0.26	-0.01	0.09	0.15	0.15	0.07	0.00	-0.14	-0.25	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.055 m	1.759 m	2.814 m	3.517 m	4.573 m	5.276 m	6.331 m	7.035 m	
	V(270°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327	20.327
		Vz	0.421	0.246	0.145	0.017	-0.053	-0.133	-0.171	-0.204	-0.210	-0.210
		Mt	7.093	4.698	3.102	0.707	-0.889	-3.284	-4.707	-6.772	-8.148	-8.148
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	4.72	-1.50	-4.25	-6.26	-6.19	-3.99	-1.17	4.89	10.14	10.14
		Mz	0.34	0.00	-0.14	-0.22	-0.21	-0.11	0.00	0.20	0.34	0.34
	N(EI)	N	-0.450	-0.391	-0.352	-0.293	-0.254	-0.196	-0.156	-0.098	-0.059	
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
		Vz	-1.697	-1.110	-0.720	-0.133	0.258	0.844	1.235	1.821	2.212	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-0.96	0.52	1.16	1.61	1.57	0.99	0.25	-1.36	-2.78	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	
	N(R) 1	N	-0.459	-0.430	-0.410	-0.381	-0.361	-0.332	-0.312	-0.283	-0.263	
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Vz	-0.914	-0.620	-0.425	-0.132	0.064	0.357	0.552	0.846	1.041	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-0.72	0.09	0.46	0.75	0.78	0.55	0.23	-0.50	-1.17	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	N(R) 2	N	-0.387	-0.328	-0.289	-0.230	-0.191	-0.132	-0.093	-0.035	0.004	
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Vz	-1.632	-1.045	-0.654	-0.068	0.323	0.909	1.300	1.887	2.278	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-0.73	0.69	1.28	1.66	1.57	0.92	0.15	-1.53	-3.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.055 m	1.759 m	2.814 m	3.517 m	4.573 m	5.276 m	6.331 m	7.035 m
N73/N70	Peso propio	N	-0.448	-0.374	-0.324	-0.252	-0.204	-0.133	-0.087	-0.018	0.027
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	-2.479	-1.732	-1.240	-0.513	-0.034	0.673	1.139	1.827	2.279
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-3.04	-0.82	0.22	1.15	1.34	1.00	0.36	-1.20	-2.65
		Mz	0.05	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.03	-0.05	-0.07	-0.08
	Q	N	-0.481	-0.376	-0.306	-0.201	-0.131	-0.026	0.044	0.149	0.219
		Vy	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		Vz	-3.586	-2.536	-1.836	-0.786	-0.086	0.964	1.664	2.714	3.414
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-4.51	-1.28	0.26	1.64	1.95	1.49	0.56	-1.75	-3.90
		Mz	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.10
	V(0°) H1	N	29.378	29.378	29.378	29.378	29.378	29.378	29.378	29.378	29.378
		Vy	-0.544	-0.344	-0.229	-0.083	-0.003	0.088	0.132	0.170	0.177
		Vz	4.178	3.054	2.306	1.183	0.434	-0.689	-1.438	-2.561	-3.310
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	5.99	2.18	0.29	-1.55	-2.12	-1.98	-1.24	0.87	2.94
		Mz	-0.61	-0.14	0.06	0.22	0.25	0.20	0.13	-0.04	-0.16
	V(0°) H2	N	28.453	28.453	28.453	28.453	28.453	28.453	28.453	28.453	28.453

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.055 m	1.759 m	2.814 m	3.517 m	4.573 m	5.276 m	6.331 m	7.035 m
		Vy	-0.534	-0.333	-0.218	-0.072	0.007	0.099	0.142	0.180	0.188
		Vz	-0.092	-0.064	-0.046	-0.018	0.000	0.028	0.046	0.074	0.092
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.43	0.51	0.55	0.59	0.59	0.58	0.55	0.49	0.43
		Mz	-0.57	-0.12	0.07	0.22	0.25	0.19	0.10	-0.07	-0.20
	V(90°) H1	N	12.939	12.939	12.939	12.939	12.939	12.939	12.939	12.939	12.939
		Vy	-0.218	-0.143	-0.100	-0.045	-0.016	0.019	0.035	0.049	0.052
		Vz	3.916	2.765	1.998	0.847	0.080	-1.071	-1.838	-2.989	-3.756
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.88	1.35	-0.32	-1.82	-2.15	-1.63	-0.60	1.94	4.31
		Mz	-0.26	-0.07	0.01	0.09	0.11	0.11	0.09	0.04	0.00
	V(180°) H1	N	25.418	25.418	25.418	25.418	25.418	25.418	25.418	25.418	25.418
		Vy	-0.491	-0.332	-0.226	-0.078	0.001	0.093	0.136	0.174	0.182
		Vz	3.503	2.366	1.608	0.471	-0.287	-1.424	-2.026	-1.803	-1.655
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.94	0.84	-0.56	-1.65	-1.72	-0.82	0.44	2.46	3.68
		Mz	-0.55	-0.12	0.08	0.24	0.26	0.21	0.13	-0.04	-0.16
	V(180°) H2	N	24.057	24.057	24.057	24.057	24.057	24.057	24.057	24.057	24.057
		Vy	-0.483	-0.324	-0.218	-0.070	0.009	0.101	0.145	0.182	0.190
		Vz	3.669	2.587	1.866	0.784	0.063	-1.019	-1.740	-2.822	-3.543
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		4.00	0.70	-0.87	-2.26	-2.56	-2.06	-1.09	1.32	3.56	
Mz		-0.53	-0.11	0.08	0.23	0.25	0.19	0.10	-0.07	-0.20	
V(270°) H1	N	27.484	27.484	27.484	27.484	27.484	27.484	27.484	27.484	27.484	
	Vy	0.430	0.255	0.154	0.026	-0.043	-0.123	-0.161	-0.194	-0.201	
	Vz	7.155	5.090	3.714	1.650	0.273	-1.791	-3.167	-5.232	-6.608	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	9.35	2.89	-0.21	-3.04	-3.72	-2.92	-1.17	3.26	7.42	
	Mz	0.40	0.04	-0.10	-0.19	-0.18	-0.09	0.01	0.20	0.34	
N(EI)	N	-0.269	-0.210	-0.171	-0.112	-0.073	-0.015	0.024	0.083	0.122	
	Vy	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
	Vz	-2.003	-1.416	-1.026	-0.439	-0.048	0.538	0.929	1.515	1.906	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.52	-0.71	0.14	0.92	1.09	0.83	0.31	-0.98	-2.18	
	Mz	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	-0.05	
N(R) 1	N	-0.129	-0.099	-0.080	-0.050	-0.031	-0.002	0.018	0.047	0.067	
	Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	
	Vz	-0.942	-0.649	-0.454	-0.161	0.035	0.328	0.524	0.817	1.012	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-1.19	-0.35	0.04	0.36	0.40	0.21	-0.09	-0.79	-1.44	
	Mz	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	
N(R) 2	N	-0.275	-0.216	-0.177	-0.118	-0.079	-0.020	0.019	0.077	0.116	
	Vy	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	
	Vz	-2.062	-1.476	-1.085	-0.498	-0.107	0.479	0.870	1.456	1.847	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-2.59	-0.72	0.18	1.02	1.23	1.03	0.56	-0.67	-1.83	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.055 m	1.759 m	2.814 m	3.517 m	4.573 m	5.276 m	6.331 m	7.035 m
		Mz	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N72/N79	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	22.628	21.494	20.360	19.227	18.093	16.960	15.826	14.692	13.559	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	3.84	3.71	3.58	3.45	3.32	3.19	3.06	2.93	2.80	2.80
	Q	N	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293	-7.293
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.79	4.61	4.42	4.24	4.05	3.87	3.68	3.50	3.31	3.31
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592	-1.592
		Vy	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	24.057	21.530	19.002	16.475	13.947	11.420	-8.893	-6.365	-3.838	-3.838
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-51.09	-36.84	-24.18	-13.09	-3.58	4.34	10.69	15.46	18.65	18.65
	V(0°) H2	N	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082
		Vy	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mt	23.935	21.407	18.880	16.353	13.825	11.298	-8.771	-6.243	-3.716	-3.716
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-49.11	-34.94	-22.35	-11.34	-1.91	5.94	12.21	16.90	20.01	20.01
	V(90°) H1	N	-0.22	-0.13	-0.03	0.06	0.16	0.25	0.35	0.44	0.54	0.54
		Vy	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807	4.807
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-9.454	-8.488	-7.522	-6.557	-5.591	-4.625	-3.660	-2.694	-1.729	-1.729
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-23.17	-17.56	-12.56	-8.16	-4.36	-1.17	1.42	3.41	4.79	4.79
V(180°) H1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Vy	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	
	Vz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Mt	24.057	21.530	19.002	16.475	13.947	11.420	-8.893	-6.365	-3.838	-3.838	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	-51.09	-36.84	-24.18	-13.09	-3.58	4.34	10.69	15.46	18.65	18.65	
V(180°) H2	N	0.04	0.01	-0.01	-0.03	-0.05	-0.07	-0.09	-0.11	-0.14	-0.14	
	Vy	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	-	-	-	-	-	-	-8.771	-6.243	-3.716
		Mt	23.935	21.407	18.880	16.353	13.825	11.298	0.00	0.00	0.00
		My	-49.11	-34.94	-22.35	-11.34	-1.91	5.94	12.21	16.90	20.01
		Mz	0.22	0.13	0.03	-0.06	-0.16	-0.25	-0.35	-0.44	-0.54
	V(270°) H1	N	18.922	18.922	18.922	18.922	18.922	18.922	18.922	18.922	18.922
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	20.932	18.679	16.426	14.173	11.920	9.667	7.413	5.160	2.907
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	36.35	23.98	13.01	3.44	-4.71	-11.46	-16.79	-20.72	-23.24
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073	-4.073
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.68	2.57	2.47	2.37	2.26	2.16	2.06	1.95	1.85
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.01	1.93	1.85	1.78	1.70	1.62	1.54	1.46	1.39
		Mz	0.03	0.02	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06
	N(R) 2	N	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055	-3.055
		Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
Vz		0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		2.01	1.93	1.85	1.78	1.70	1.62	1.54	1.46	1.39	
Mz		-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.440 m	1.100 m	1.540 m	2.200 m	2.860 m	3.300 m	3.960 m	4.400 m
N79/N70	Peso propio	N	-	-	-	-9.787	-8.590	-7.393	-6.595	-5.471	-5.129
		Vy	12.580	11.782	10.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259	0.259
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	2.92	2.81	2.64	2.52	2.35	2.18	2.07	1.90	1.79
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266	-7.266
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	3.47	3.31	3.08	2.92	2.68	2.45	2.29	2.05	1.90
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642
		Vy	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378	0.378

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.440 m	1.100 m	1.540 m	2.200 m	2.860 m	3.300 m	3.960 m	4.400 m
		Vz	-3.916	-2.137	0.532	2.311	4.980	7.649	9.428	11.913	12.483
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	18.29	19.62	20.15	19.52	17.12	12.95	9.19	2.11	-3.30
		Mz	0.89	0.73	0.48	0.31	0.06	-0.19	-0.36	-0.61	-0.77
	V(0°) H2	N	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101
		Vy	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
		Vz	-3.768	-1.989	0.680	2.459	5.128	7.797	9.576	12.061	12.631
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	19.72	20.98	21.41	20.72	18.22	13.95	10.13	2.95	-2.52
		Mz	2.54	1.97	1.11	0.54	-0.32	-1.18	-1.75	-2.61	-3.18
	V(90°) H1	N	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.774	-1.094	-0.074	0.605	1.625	2.645	3.325	4.270	4.483
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	4.55	5.18	5.57	5.45	4.71	3.30	1.99	-0.53	-2.47
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642	-1.642
		Vy	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378
		Vz	-3.916	-2.137	0.532	2.311	4.980	7.649	9.428	11.913	12.483
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	18.29	19.62	20.15	19.52	17.12	12.95	9.19	2.11	-3.30
Mz		-0.89	-0.73	-0.48	-0.31	-0.06	0.19	0.36	0.61	0.77	
V(180°) H2	N	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	-3.101	
	Vy	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	-1.300	
	Vz	-3.768	-1.989	0.680	2.459	5.128	7.797	9.576	12.061	12.631	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	19.72	20.98	21.41	20.72	18.22	13.95	10.13	2.95	-2.52	
	Mz	-2.54	-1.97	-1.11	-0.54	0.32	1.18	1.75	2.61	3.18	
V(270°) H1	N	18.827	18.827	18.827	18.827	18.827	18.827	18.827	18.827	18.827	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	2.799	1.212	-1.167	-2.753	-5.133	-7.512	-9.098	-11.303	-11.802	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-23.24	-24.13	-24.14	-23.28	-20.68	-16.50	-12.85	-6.07	-0.95	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	-4.058	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	0.199	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	1.94	1.85	1.72	1.63	1.50	1.37	1.28	1.15	1.06	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	
	Vy	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	-0.147	
	Vz	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	1.45	1.39	1.29	1.22	1.12	1.03	0.96	0.86	0.79	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.440 m	1.100 m	1.540 m	2.200 m	2.860 m	3.300 m	3.960 m	4.400 m
	N(R) 2	Mz	-0.25	-0.18	-0.09	-0.02	0.07	0.17	0.24	0.33	0.40
		N	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043	-3.043
		Vy	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147
		Vz	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	1.45	1.39	1.29	1.22	1.12	1.03	0.96	0.86	0.79
		Mz	0.25	0.18	0.09	0.02	-0.07	-0.17	-0.24	-0.33	-0.40

### 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N67/N70	3.166	7.64	3.166	13.51	3.166	13.46	3.166	24.07
	3.166	L/(>1000)	3.166	L/518.6	3.166	L/(>1000)	3.166	L/518.7
N72/N70	9.180	17.54	6.980	35.14	9.180	35.07	9.400	63.17
	9.180	L/536.1	6.980	L/267.5	9.180	L/536.1	6.980	L/267.6

COMPROBACIONES E.L.U. (COMPLETO)

Jácena

- Barra N67/N73

Perfil: IPE 160 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N67	N73	7.035	20.10	869.30	68.31	3.60
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 <sub>K</sub>	0.000	7.035	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**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.

$\bar{\lambda}$  : 1.23 ✓

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** : 20.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub>** : 364.06 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub>** : 364.06 kN

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

**N<sub>cr,z</sub>** : ∞



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.	$I_y : 869.30 \text{ cm}^4$
$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : 68.31 \text{ cm}^4$
$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : 3.60 \text{ cm}^4$
$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : 3960.00 \text{ cm}^6$
$E$ : 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.	$L_{ky} : 7.035 \text{ m}$
$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : 0.000 \text{ m}$
$L_{kt}$ : 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.	$i_0 : 6.83 \text{ cm}$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : 6.58 \text{ cm}$
	$i_z : 1.84 \text{ cm}$
$y_0, z_0$ : 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:

$$29.04 \leq 250.58 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w : 145.20 \text{ mm}$
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w : 5.00 \text{ mm}$
$A_w$ : Área del alma.	$A_w : 7.26 \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : 6.07 \text{ cm}^2$
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : 0.30$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : 210000 \text{ MPa}$
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

 $N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{3.05} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

 $A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.060} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.117} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{31.42} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación 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.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>:** 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<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{268.49} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**χ:** Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.51}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{1.37}$$

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

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

**λ̄:** Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{1.23}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{364.06} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{364.06} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

**N<sub>cr,T</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.386} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{12.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{12.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N67, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : 0.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 6.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,z} : 26.10 \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

### **Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.084 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$V_{Ed} : 10.11 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 120.97 \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : 8.00 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : 160.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : 5.00 \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

 $\gamma_{M0}$ : 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:

$$29.04 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 $\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

 $\lambda_w$ : 29.04
 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : 64.71
 $\varepsilon$ : Factor de reducción.

 $\varepsilon$ : 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** (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 en el nudo N67, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

 $V_{Ed}$ : 0.92 kN
El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$$

Donde:

 $A_v$ : Área transversal a cortante.

 $A_v$ : 12.84 cm<sup>2</sup>

Siendo:

 $A$ : Área de la sección bruta.

 $A$ : 20.10 cm<sup>2</sup>
 $d$ : Altura del alma.

 $d$ : 145.20 mm

 $t_w$ : Espesor del alma.

 $t_w$ : 5.00 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$  : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$8.94 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 8.94 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 120.97 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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.92 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 0.92 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 194.15 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.518} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.579} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.384} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo p <sup>ésimo</sup> .	$N_{c,Ed} : \underline{30.51} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo p <sup>ésimos</sup> , según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{12.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : $\underline{20.10} \text{ cm}^2$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{26.10} \text{ cm}^3$
$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.09}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

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

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

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

$\chi_y, \chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.51}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.23}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : 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** (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  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$ .

$$8.94 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{8.94} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

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

$M_{T,Ed}$ : 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.058} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 6.95$  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:

$V_{pl,T,Rd} : 120.68$  kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : 120.97$  kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed} : 0.89$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : 4.86$  cm<sup>3</sup>

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

Siendo:

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.003$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N67, para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.64$  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:

$V_{pl,T,Rd} : 193.70$  kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : 194.15$  kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed} : 0.89$  MPa

Siendo:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión.

**W<sub>T</sub>** : 4.86 cm<sup>3</sup>

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>vd</sub>** : 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>Mo</sub>** : 1.05

## Jácena

- Barra N737/N70

Perfil: IPE 160 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N73	N70	7.035	20.10	869.30	68.31	3.60
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 <sub>k</sub>	0.000	7.035	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

### 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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.23} \quad \checkmark$$

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 :** 20.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 364.06 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub> :** 364.06 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>869.30</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>68.31</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>3.60</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>3960.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>7.035</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub></b> : <u>6.83</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>6.58</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>1.84</u> cm
	<b>y<sub>0</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub></b> : <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:

$$29.04 \leq 250.58 \quad \checkmark$$

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>145.20</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>5.00</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>7.26</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>6.07</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>vf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>vf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N70, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{44.16} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.080} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.156} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{41.99} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{526.43} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación 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.

$$\mathbf{A} : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>:** 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 **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{268.49} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**χ:** Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_v} : \underline{0.51}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{1.37}$$

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

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

**λ̄:** Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_v} : \underline{1.23}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{364.06} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{364.06} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

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

**N<sub>cr,T</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.357} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{11.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{10.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.127} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : 0.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 6.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,z} : 26.10 \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.072 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$V_{Ed} : 8.75 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 120.97 \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : 8.00 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : 160.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : 5.00 \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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:

$$29.04 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 $\lambda_w$ : Esbeltez del alma. $\lambda_w$ : 29.04 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$ : 64.71 $\varepsilon$ : Factor de reducción. $\varepsilon$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.80 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por: $V_{c,Rd}$ : 194.15 kN

Donde:

 $A_v$ : Área transversal a cortante. $A_v$ : 12.84 cm<sup>2</sup>

Siendo:

 $A$ : Área de la sección bruta. $A$ : 20.10 cm<sup>2</sup> $d$ : Altura del alma. $d$ : 145.20 mm $t_w$ : Espesor del alma. $t_w$ : 5.00 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$  : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$8.75 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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. $V_{Ed}$  : 8.75 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 120.97 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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.80 \text{ kN} \leq 97.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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. $V_{Ed}$  : 0.80 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 194.15 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.531} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.613} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.414} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : $\underline{41.54}$ kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup></b> : $\underline{11.59}$ kN·m <b>M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup></b> : $\underline{0.65}$ kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : $\underline{1}$
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : $\underline{526.43}$ kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : $\underline{32.45}$ kN·m <b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : $\underline{6.84}$ kN·m
<b>Resistencia a pandeo</b> : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : $\underline{20.10}$ cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : $\underline{123.90}$ cm <sup>3</sup> <b>W<sub>pl,z</sub></b> : $\underline{26.10}$ cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> : $\underline{261.90}$ MPa

Siendo:

<b>f<sub>v</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>v</sub></b> : $\underline{275.00}$ MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : $\underline{1.05}$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.12}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

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

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

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.51}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.23}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: 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** (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  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$ .

$$8.75 \text{ kN} \leq 60.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{8.75}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{120.97}{\quad} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

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

$M_{T,Ed}$ : 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **V<sub>Ed</sub>** : 5.84 kN

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **M<sub>T,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>pl,T,Rd</sub>** : 120.84 kN

Donde:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V<sub>pl,Rd</sub>** : 120.97 kN

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tensiones tangenciales por torsión. **τ<sub>T,Ed</sub>** : 0.41 MPa

Siendo:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión. **W<sub>T</sub>** : 4.86 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>v</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ<sub>Mo</sub>** : 1.05

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

Se debe satisfacer:

**η** : 0.003 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen en el nudo N73, para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **V<sub>Ed</sub>** : 0.68 kN

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **M<sub>T,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>pl,T,Rd</sub>** : 193.94 kN

Donde:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V<sub>pl,Rd</sub>** : 194.15 kN

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tensiones tangenciales por torsión. **τ<sub>T,Ed</sub>** : 0.41 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$ : 4.86 cm<sup>3</sup>

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd}$ : 261.90 MPa

Siendo:

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

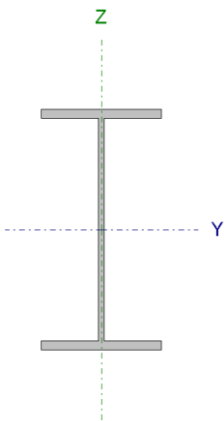
$f_v$ : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

### Pilar parte inferior

- Barra N72/N79

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánica			
	Inici	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
		N72	N79	5.000	39.10	3892.00	283.60
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	1.32	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	3.500	6.580	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

#### 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.

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

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

$$\text{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{479.83} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

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

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{1863.12} \text{ kN}$$

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

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{479.83} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$



Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>3892.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>283.60</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>12.88</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>37390.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>6.580</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>3.500</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub></b> : <u>10.33</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>9.98</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>2.69</u> cm
	<b>y<sub>0</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub></b> : <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:

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>220.40</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>6.20</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>13.66</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>11.76</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>vf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>vf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{17.54} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.118} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{41.49} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación 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<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{351.61} \text{ kN}$$

Donde:

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

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.34}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{0.85}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{1.84}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_v} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{1.50}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{479.83} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{1863.12} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{479.83} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.766} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{61.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{73.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{96.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{366.60} \text{ cm}^3$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

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

$$M_{Ed}^- : 0.85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 19.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,z} : 73.92 \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.160 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N72, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

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

$$V_{Ed} : 35.92 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 225.00 \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : 14.88 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : 240.00 \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : 6.20 \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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:

$$35.55 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 $\lambda_w$ : Esbeltez del alma. $\lambda_w$ : 35.55 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$ : 64.71 $\varepsilon$ : Factor de reducción. $\varepsilon$ : 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** (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·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.24 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por: $V_{c,Rd}$ : 384.61 kN

Donde:

 $A_v$ : Área transversal a cortante. $A_v$ : 25.44 cm<sup>2</sup>

Siendo:

 $A$ : Área de la sección bruta. $A$ : 39.10 cm<sup>2</sup> $d$ : Altura del alma. $d$ : 220.40 mm $t_w$ : Espesor del alma. $t_w$ : 6.20 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$  : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$35.92 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

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. $V_{Ed}$  : 35.92 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 225.00 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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.24 \text{ kN} \leq 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 0.24 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 384.61 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.789} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.803} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.527} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N72, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo p <sup>ésimo</sup> .	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : $\underline{20.49}$ kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo p <sup>ésimos</sup> , según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub></b> : $\underline{73.56}$ kN·m
	<b>M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup></b> : $\underline{0.05}$ kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : $\underline{1}$
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : $\underline{1024.05}$ kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : $\underline{96.01}$ kN·m
	<b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : $\underline{19.36}$ kN·m

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

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : $\underline{39.10}$ cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : $\underline{366.60}$ cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub></b> : $\underline{73.92}$ cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> : $\underline{261.90}$ MPa

Siendo:

<b>f<sub>v</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>v</sub></b> : $\underline{275.00}$ MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : $\underline{1.05}$

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

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

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.08}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

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

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

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.82}$$

$$\chi_z : \underline{0.34}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.50}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: 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** (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  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$35.92 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{35.92} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{225.00} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$M_{T,Ed}$ : 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{1.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{13.14} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.158} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen en el nudo N72, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **V<sub>Ed</sub>** : 35.53 kN

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **M<sub>T,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>pl,T,Rd</sub>** : 224.92 kN

Donde:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V<sub>pl,Rd</sub>** : 225.00 kN

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tensiones tangenciales por torsión. **τ<sub>T,Ed</sub>** : 0.14 MPa

Siendo:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión. **W<sub>T</sub>** : 13.14 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>v</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ<sub>Mo</sub>** : 1.05

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

Se debe satisfacer:

**η** : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **V<sub>Ed</sub>** : 0.21 kN

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>. **M<sub>T,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V<sub>pl,T,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>pl,T,Rd</sub>** : 384.46 kN

Donde:

**V<sub>pl,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V<sub>pl,Rd</sub>** : 384.61 kN

**τ<sub>T,Ed</sub>**: Tensiones tangenciales por torsión. **τ<sub>T,Ed</sub>** : 0.14 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T$ : 13.14 cm<sup>3</sup>  
 $f_{vd}$ : 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  
 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$ : 1.05

### Pilar parte superior

- Barra N79/N70

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)						
In□cial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas			
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N79	N70	4.400	39.10	3892.00	283.60	12.88
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	1.50	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	4.400	6.580	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

#### 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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.88} \quad \checkmark$$

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.

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

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

$$\text{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{303.61} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

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

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{1863.12} \text{ kN}$$

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

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{303.61} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>3892.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>283.60</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>12.88</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>37390.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>6.580</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>4.400</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub></b> : <u>10.33</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>9.98</u> cm
	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>2.69</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub></b> : <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:

$$35.55 \leq 246.95 \checkmark$$

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>220.40</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>6.20</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>13.66</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>11.76</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>vf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>vf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N70, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{24.14} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.117} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{27.88} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1024.05} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de

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

deformación 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<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{238.86} \text{ kN}$$

Donde:

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

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{A} : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_v} : \underline{0.85}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{2.56}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_v} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{1.88}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{303.61} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{1863.12} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{303.61} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.387} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.880 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{37.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.880 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{34.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{96.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{366.60} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.262} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N70, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.



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

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N70, para la combinación de acciones  $0.8\cdot PP+1.5\cdot V(0^\circ)H2+0.75\cdot N(R)2$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{5.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{19.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{73.92} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.086} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N70, para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP+1.5\cdot V(180^\circ)H2+0.75\cdot N(EI)$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{19.45} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{225.00} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.88} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

$f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 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:

$$35.55 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 $\lambda_w$ : Esbeltez del alma. $\lambda_w$ : 35.55 $\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$ : 64.71 $\epsilon$ : Factor de reducción. $\epsilon$ : 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** (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  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 2.06 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por: $V_{c,Rd}$ : 384.61 kN

Donde:

 $A_v$ : Área transversal a cortante. $A_v$ : 25.44 cm<sup>2</sup>

Siendo:

 $A$ : Área de la sección bruta. $A$ : 39.10 cm<sup>2</sup> $d$ : Altura del alma. $d$ : 220.40 mm $t_w$ : Espesor del alma. $t_w$ : 6.20 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$  : 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  $V_{c,Rd}$ .

$$5.67 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 5.67 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 225.00 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  $V_{c,Rd}$ .

$$2.06 \text{ kN} \leq 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$  : 2.06 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$  : 384.61 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.590} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.536} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.555} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N79, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : <u>23.92</u> kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup></b> : <u>34.61</u> kN·m
	<b>M<sub>z,Ed</sub><sup>-</sup></b> : <u>4.00</u> kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : <u>1</u>
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : <u>1024.05</u> kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : <u>96.01</u> kN·m
	<b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : <u>19.36</u> kN·m

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

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : <u>39.10</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : <u>366.60</u> cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub></b> : <u>73.92</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>v</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>v</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : <u>1.05</u>

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.14}$$

<b>C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub></b> : Factores de momento flector uniforme equivalente.	<b>C<sub>m,y</sub></b> : <u>1.00</u>
	<b>C<sub>m,z</sub></b> : <u>1.00</u>

<b>χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub></b> : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>χ<sub>y</sub></b> : <u>0.82</u>
	<b>χ<sub>z</sub></b> : <u>0.23</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.

$\alpha_y, \alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.76}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.88}$$

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

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

### 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 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$5.67 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{5.67} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{225.00} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·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:

$$M_{T,Rd} : \underline{1.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{13.14} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N70, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{19.41} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{224.90} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{225.00} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.17} \text{ MPa}$$

Siendo:

 $W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{13.14} \text{ cm}^3$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.84} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{384.44} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{384.61} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.17} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{13.14} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

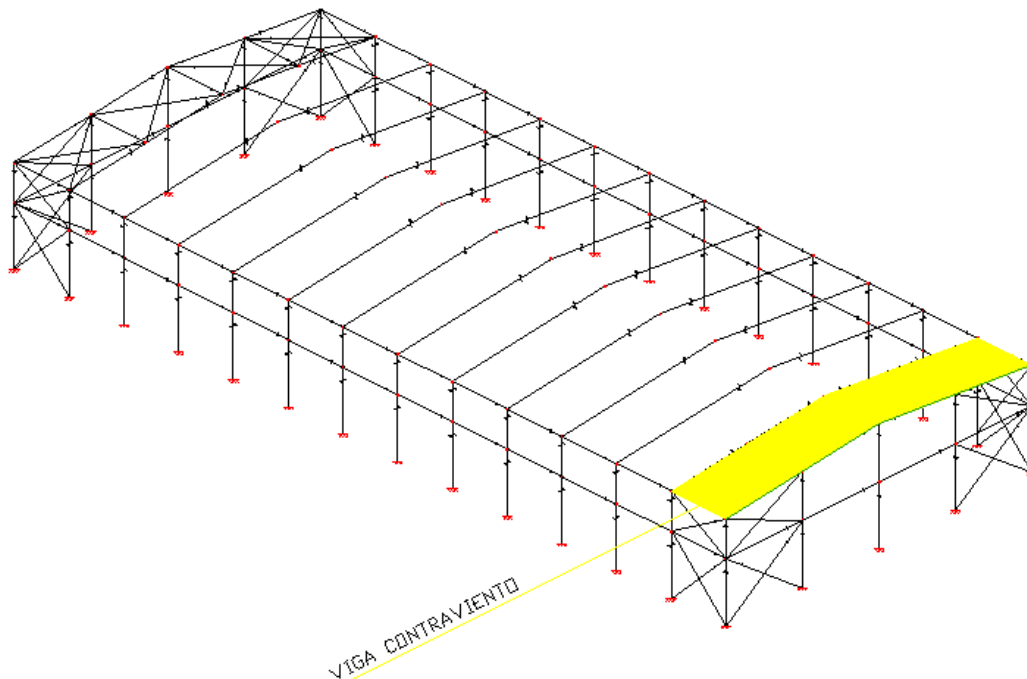
$f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

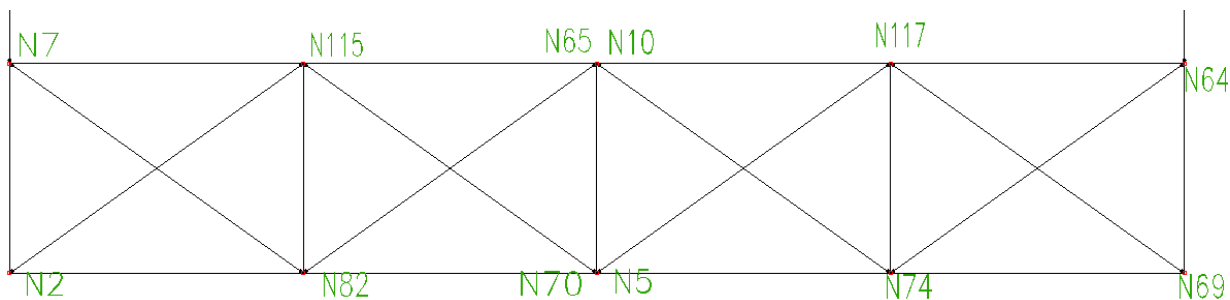
$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

## 5.4 Viga contraviento



**Imagen 5-8: Viga contraviento.**

En la imagen 5-9 se observa el detalle de la viga a contraviento y se observan la relación de nudos de los que se muestran los informes en los que se verifica que se cumplen los distintos requisitos.



**Imagen 5-9: VCV. Tipo pratt. Relación de nudos.**



## Cargas

### Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N82/N115	Peso propio	Uniforme	0.078	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## Resultados

### Barras

#### ESFUERZOS

- 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)

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N82/N115	Peso propio	N	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vy	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Vz	-0.441	-0.393	-0.344	-0.295	-0.247	-0.198	-0.150	-0.101	-0.052
		Mt	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
		My	-1.21	-0.95	-0.72	-0.52	-0.35	-0.21	-0.10	-0.02	0.03
		Mz	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	Q	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246	-0.246
		Mt	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25
		My	-1.19	-1.03	-0.88	-0.73	-0.57	-0.42	-0.27	-0.11	0.04
		Mz	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
	V(0°) H1	N	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693	-4.693
		Vy	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		Vz	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472	0.472
		Mt	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
		My	2.31	2.01	1.72	1.42	1.13	0.83	0.54	0.24	-0.05
		Mz	-0.22	-0.19	-0.16	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.02	0.01
	V(0°) H2	N	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492	-4.492
		Vy	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040
		Vz	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293
		Mt	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
		My	1.47	1.28	1.10	0.92	0.73	0.55	0.37	0.18	0.00
		Mz	-0.17	-0.15	-0.12	-0.10	-0.07	-0.05	-0.02	0.00	0.03
	V(90°) H1	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Vz	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
		Mt	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
		My	0.48	0.42	0.35	0.29	0.22	0.16	0.09	0.02	-0.04
		Mz	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.10
V(180°) H1	N	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	-7.930	
	Vy	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	
	Vz	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	
	Mt	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	
	My	2.02	1.76	1.51	1.25	0.99	0.73	0.47	0.21	-0.04	
	Mz	-0.30	-0.26	-0.21	-0.17	-0.12	-0.08	-0.03	0.02	0.06	
V(180°) H2	N	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	-8.314	
	Vy	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	-0.072	
	Vz	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	
	Mt	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	
	My	1.82	1.58	1.35	1.12	0.88	0.65	0.41	0.18	-0.06	
	Mz	-0.29	-0.24	-0.20	-0.15	-0.11	-0.06	-0.02	0.03	0.07	
V(270°) H1	N	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	-2.239	
	Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Vz	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327	0.327
		Mt	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
		My	1.59	1.39	1.18	0.98	0.77	0.57	0.36	0.16	-0.04
		Mz	-0.13	-0.12	-0.10	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05	-0.03	-0.02
	N(EI)	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137
		Mt	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14
		My	-0.66	-0.58	-0.49	-0.41	-0.32	-0.23	-0.15	-0.06	0.02
		Mz	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
	N(R) 1	N	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088
		Mt	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
		My	-0.43	-0.38	-0.32	-0.27	-0.21	-0.16	-0.10	-0.05	0.01
		Mz	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	N(R) 2	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118	-0.118
		Mt	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
		My	-0.56	-0.49	-0.42	-0.34	-0.27	-0.20	-0.12	-0.05	0.02
Mz		0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.079 m	2.158 m	3.237 m	4.315 m	5.394 m	6.473 m	7.552 m	8.631 m
N115/N5	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	8.244	8.244	8.244	8.244	8.244	8.244	8.244	8.244	8.244
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.079 m	2.158 m	3.237 m	4.315 m	5.394 m	6.473 m	7.552 m	8.631 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	14.220	14.220	14.220	14.220	14.220	14.220	14.220	14.220	14.220
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H2	N	14.791	14.791	14.791	14.791	14.791	14.791	14.791	14.791	14.791
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1	N	4.230	4.230	4.230	4.230	4.230	4.230	4.230	4.230	4.230
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N82/N115	1.875	1.52	2.188	13.78	2.188	2.51	2.188	24.74
	1.875	L/(>1000)	2.188	L/362.8	1.875	L/(>1000)	2.188	L/362.9
N115/N5	3.237	0.00	1.618	0.00	2.158	0.00	1.618	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

**COMPROBACIONES E.L.U. (COMPLETO)**

**Montante**

- Barra N82/N115

Perfil: #90x3 Material: Acero (S275)							
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas					
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )		
N82	N115	5.000	10.10	124.87	124.87	202.35	
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 <sub>K</sub>		5.000	5.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

**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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.64} \quad \checkmark$$

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.

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

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

$$\text{A} : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{103.53} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

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

$$N_{cr,y} : \underline{103.53} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{103.53} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{124.87} \text{ cm}^4$$

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{124.87} \text{ cm}^4$$

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{202.35} \text{ cm}^4$$

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$$

**E:** Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{5.000} \text{ m}$$

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{5.000} \text{ m}$$

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{4.97} \text{ cm}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{3.52} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.52} \text{ cm}$$

$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**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:

$$28.00 \leq 313.00 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{84.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{5.04} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{2.70} \text{ cm}^2$$

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$f_{vf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{264.45} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\eta : \underline{0.101} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.369} \checkmark$$

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

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

$$N_{c,Ed} : \underline{26.73} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{264.45} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M0}$ : 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:

$$N_{b,Rd} : \underline{72.41} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

 $\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

 $\chi$ : Coeficiente de reducción por pandeo.



Siendo:

 $\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica. $\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida. $N_{cr}$ : 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.

$\chi_v : 0.27$

$\chi_z : 0.27$

$\phi_v : 2.19$

$\phi_z : 2.19$

$\alpha_v : 0.49$

$\alpha_z : 0.49$

$\bar{\lambda}_v : 1.64$

$\bar{\lambda}_z : 1.64$

$N_{cr} : 103.53 \text{ kN}$

$N_{cr,v} : 103.53 \text{ kN}$

$N_{cr,z} : 103.53 \text{ kN}$

$N_{cr,T} : \infty$

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

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.382 \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$M_{Ed}^+ : 2.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$M_{Ed}^- : 3.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : 8.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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.

$W_{pl,v} : 34.07 \text{ cm}^3$

 $f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

 $f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 1.05**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

 $\eta$ : 0.045 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

 $M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+$ : 0.21 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

 $M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^-$ : 0.40 kN·mEl momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por: $M_{c,Rd}$ : 8.92 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. $W_{pl,z}$ : 34.07 cm<sup>3</sup> $f_{vd}$ : 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

 $\eta$ : 0.013 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.96} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.04} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{84.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

#### **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:

$$28.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.00}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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)

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

#### **Resistencia a corte Y** (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  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.10}$  kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{76.47}$  kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : \underline{5.06}$  cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.  $A : \underline{10.10}$  cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.  $d : \underline{84.00}$  mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : \underline{3.00}$  mm

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

Siendo:

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

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

#### 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:

$$30.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.  $\lambda_w : \underline{30.00}$

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

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

Siendo:

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

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{275.00}$  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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.96 \text{ kN} \leq 38.11 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.96} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.10 \text{ kN} \leq 38.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{76.47} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.281} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.588} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.519} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : <u>26.55</u> kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub><sup>-</sup></b> : <u>1.40</u> kN·m <b>M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup></b> : <u>0.21</u> kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : <u>1</u>
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : <u>264.45</u> kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : <u>8.92</u> kN·m <b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : <u>8.92</u> kN·m

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

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : <u>10.10</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : <u>34.07</u> cm <sup>3</sup> <b>W<sub>pl,z</sub></b> : <u>34.07</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : <u>1.05</u>

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.29}$$

$$k_z : \underline{1.29}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

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

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

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.27}$$

$$\chi_z : \underline{0.27}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.64}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.64}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: 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** (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  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q$ .

$$0.96 \text{ kN} \leq 34.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.96} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{68.95} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.095} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{6.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{45.40} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.96} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{68.95} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V}_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V}_{pl,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{14.41} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W}_T : \underline{45.41} \text{ cm}^3$$

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

Siendo:

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{69.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V}_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V}_{pl,Rd} : \underline{76.47} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{14.41} \text{ MPa}$$



Siendo:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión.

**W<sub>T</sub>** : 45.41 cm<sup>3</sup>

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>vd</sub>** : 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>Mo</sub>** : 1.05

## Diagonal

- Barra N115/N5

Perfil: L 75 x 75 x 6 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>a</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>a</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N115	N5	8.631	8.73	45.57	45.57	26.83	1.04	17.10	-17.10	-45.0
<p><i>Notas:</i></p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad</p> <p><sup>(4)</sup> Producto de inercia</p> <p><sup>(5)</sup> 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 <sub>K</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000					
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000					
C <sub>1</sub>		-			1.000					
<p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos</p> <p>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</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.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

**A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{A} : \underline{8.73} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$  : 22.50 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 228.64 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$  : 8.73 cm<sup>2</sup>

$f_{vd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 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.

## 5.5 Arriostramiento de fachada lateral

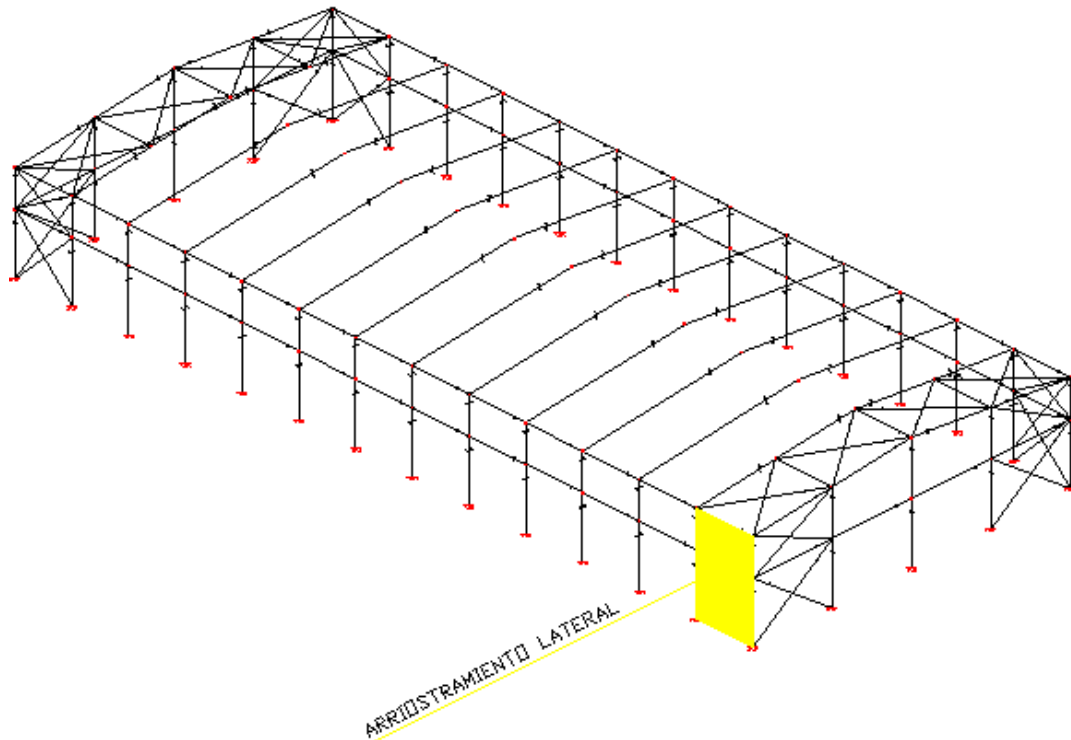


Imagen 5-10: Localización del arriostramiento lateral.

Se realizan los cálculos sobre el montante que une los nudos 2 y 7 y la diagonal que une los nudos 2 y 91.

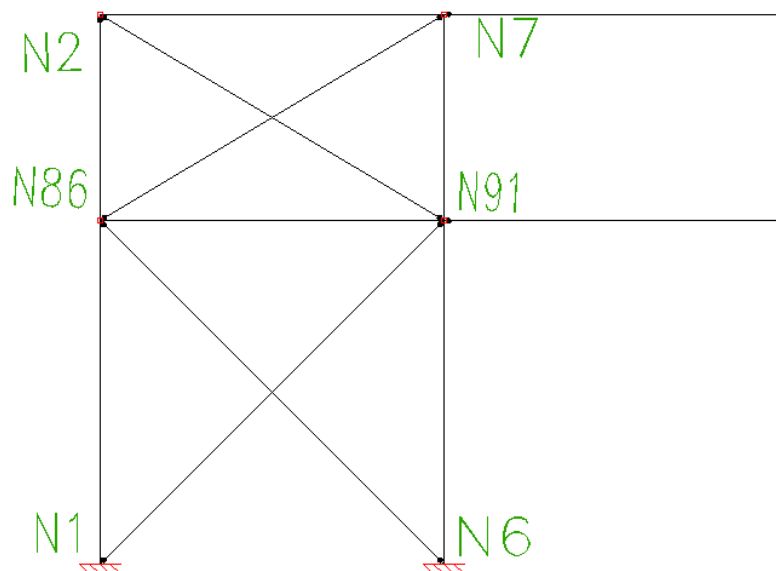


Imagen 5-11: Detalle arriostramiento lateral.

## Cargas

### Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N2/N7	Peso propio	Uniforme	0.078	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## Resultados

### Barras

#### ESFUERZOS

- 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)

HIPÓTESIS

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N2/N7	Peso propio	N	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221	-0.221
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	-0.195	-0.147	-0.098	-0.050	-0.001	0.048	0.096	0.145	0.193	0.193
		Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		My	-0.16	-0.06	0.02	0.07	0.08	0.07	0.02	-0.05	-0.16	-0.16
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
	Q	N	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327	-0.327
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
	V(0°) H1	N	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061	-4.061
		Vy	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153	-0.153
		Vz	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	-0.48	-0.38	-0.29	-0.19	-0.09	0.00	0.10	0.19	0.29	0.29
	V(0°) H2	N	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215	-4.215
		Vy	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
		Mz	-0.47	-0.38	-0.28	-0.19	-0.09	0.00	0.10	0.19	0.28	0.28
V(90°) H1	N	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	-20.289	
	Vy	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	
	Vz	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	
	Mt	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	
	My	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	
	Mz	0.35	0.28	0.21	0.14	0.07	0.00	-0.07	-0.14	-0.20	-0.20	
V(180°) H1	N	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	-5.852	
	Vy	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	
	Vz	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	
	Mz	-0.25	-0.20	-0.14	-0.09	-0.04	0.02	0.07	0.13	0.18	0.18	
V(180°) H2	N	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	-6.116	
	Vy	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	
	Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	
	Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	
	My	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	
	Mz	-0.25	-0.20	-0.14	-0.09	-0.04	0.02	0.07	0.12	0.18	0.18	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(270°) H1	N	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776	-10.776
		Vy	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
		Vz	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04
		Mz	-0.15	-0.12	-0.09	-0.06	-0.03	0.00	0.04	0.07	0.10
	N(EI)	N	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183	-0.183
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
	N(R) 1	N	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N(R) 2	N	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	
	Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.729 m	1.458 m	2.187 m	2.915 m	3.644 m	4.373 m	5.102 m	5.831 m
N91/N2	Peso propio	N	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	8.894	8.894	8.894	8.894	8.894	8.894	8.894	8.894	8.894
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.729 m	1.458 m	2.187 m	2.915 m	3.644 m	4.373 m	5.102 m	5.831 m
	V(0°) H2	N	9.074	9.074	9.074	9.074	9.074	9.074	9.074	9.074	9.074
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1	N	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692	8.692
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V(180°) H2	N	8.991	8.991	8.991	8.991	8.991	8.991	8.991	8.991	8.991	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(270°) H1	N	13.892	13.892	13.892	13.892	13.892	13.892	13.892	13.892	13.892	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(EI)	N	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 1	N	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
N(R) 2	N	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.729 m	1.458 m	2.187 m	2.915 m	3.644 m	4.373 m	5.102 m	5.831 m
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N2/N7	1.563 1.563	1.48 L/(>1000)	2.500 2.500	0.51 L/(>1000)	1.563 1.563	2.55 L/(>1000)	2.813 2.500
N91/N2	4.009 -	0.00 L/(>1000)	4.738 -	0.00 L/(>1000)	3.280 -	0.00 L/(>1000)	5.102 -	0.00 L/(>1000)

COMPROBACIONES E.L.U. (COMPLETO)

Montante

- Barra N2/N7

Perfil: #90x3 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
Inicial	Final					
N2	N7	5.000	10.10	124.87	124.87	202.35
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 <sub>k</sub>	5.000	5.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**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.

$\bar{\lambda}$  : 1.64 ✓

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** : 10.10 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub>** : 103.53 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub>** : 103.53 kN

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

**N<sub>cr,z</sub>** : 103.53 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{124.87} \text{ cm}^4$
$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{124.87} \text{ cm}^4$
$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{202.35} \text{ cm}^4$
$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
$G$ : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{5.000} \text{ m}$
$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{5.000} \text{ m}$
$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$
$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{4.97} \text{ cm}$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{3.52} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{3.52} \text{ cm}$
$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

**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:

$$28.00 \leq 313.00 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w : \underline{84.00} \text{ mm}$
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$
$A_w$ : Área del alma.	$A_w : \underline{5.04} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{2.70} \text{ cm}^2$
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$

Siendo:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.115} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.419} \quad \checkmark$$

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

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

$$N_{c,Ed} : \underline{30.32} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{264.45} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$N_{b,Rd} : \underline{72.41} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{10.10} \text{ cm}^2$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M1}$ : 1.05

$\chi$ : Coeficiente de reducción por pandeo.  $\chi_y$ : 0.27

Siendo:

$\chi_z$ : 0.27

$\phi_y$ : 2.19

$\phi_z$ : 2.19

$\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica.  $\alpha_y$ : 0.49

$\alpha_z$ : 0.49

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.  $\bar{\lambda}_y$ : 1.64

$\bar{\lambda}_z$ : 1.64

$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:  $N_{cr}$ : 103.53 kN

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.  $N_{cr,y}$ : 103.53 kN

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.  $N_{cr,z}$ : 103.53 kN

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

### **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta$ : 0.033 ✓

Para flexión positiva:

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+$ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^-$ : 0.29 kN·m

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

$M_{c,Rd}$ : 8.92 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.  $W_{pl,y}$ : 34.07 cm<sup>3</sup>

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

Siendo:

 $f_v$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v$ : 275.00 MPa $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 1.05**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

 $\eta$ : 0.080 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

 $M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+$ : 0.53 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

 $M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^-$ : 0.71 kN·mEl momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por: $M_{c,Rd}$ : 8.92 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. **$W_{pl,z}$** : 34.07 cm<sup>3</sup> **$f_{vd}$ :** 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 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}$ : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

 $\eta$ : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.29} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{5.04} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{84.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.00} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

#### **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:

$$28.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.00}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

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)

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

#### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.23 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 76.47 \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 5.06 \text{ cm}^2$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.  $A : 10.10 \text{ cm}^2$

$d$ : Altura del alma.  $d : 84.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 3.00 \text{ mm}$

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

Siendo:

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

#### 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:

$30.00 < 64.71$  ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.  $\lambda_w : 30.00$

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

$\epsilon$ : Factor de reducción.  $\epsilon : 0.92$

Siendo:

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

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

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.29 \text{ kN} \leq 38.11 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.29} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.23 \text{ kN} \leq 38.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.23} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{76.47} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.190} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.488} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.510} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : <u>30.25</u> kN
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub><sup>-</sup></b> : <u>0.15</u> kN·m
	<b>M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup></b> : <u>0.52</u> kN·m
<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> : <u>1</u>
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresión de la sección bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : <u>264.45</u> kN
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : <u>8.92</u> kN·m
	<b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : <u>8.92</u> kN·m

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

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : <u>10.10</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : <u>34.07</u> cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub></b> : <u>34.07</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>v</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>v</sub></b> : <u>275.00</u> MPa
<b>γ<sub>M1</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub></b> : <u>1.05</u>

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.33}$$

$$k_z : \underline{1.33}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

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

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

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.27}$$

$$\chi_z : \underline{0.27}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.64}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.64}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>**: 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** (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  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$ .

$$0.29 \text{ kN} \leq 37.78 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.29} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{75.56} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{6.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{45.40} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>és</sup>imos se producen en el nudo N2, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>és</sup>imo.

$$V_{Ed} : \underline{0.26} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de c3lculo p<sup>és</sup>imo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{75.56} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{76.21} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsi3n.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.28} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : M3dulo de resistencia a torsi3n.

$$W_T : \underline{45.41} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de c3lculo del acero.

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

Siendo:

$f_v$ : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>és</sup>imos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>és</sup>imo.

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de c3lculo p<sup>és</sup>imo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{75.82} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{76.47} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.28} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{45.41} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

## Diagonal

- Barra N91/N2

Perfil: L 75 x 75 x 6										
Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicia I	Final I		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>vz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>a</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>a</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N91	N2	5.831	8.73	45.57	45.57	26.83	1.04	17.10	-17.10	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L <sub>K</sub>		0.00		0.000		0.000		0.000		
C <sub>m</sub>		1.000		1.000		1.000		1.000		
C <sub>1</sub>		-			1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

### 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.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

**A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{A} : \underline{8.73} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.094} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$  : 21.46 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 228.64 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$  : 8.73 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

Siendo:

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

$f_v$  : 275.00 MPa

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo}$  : 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.

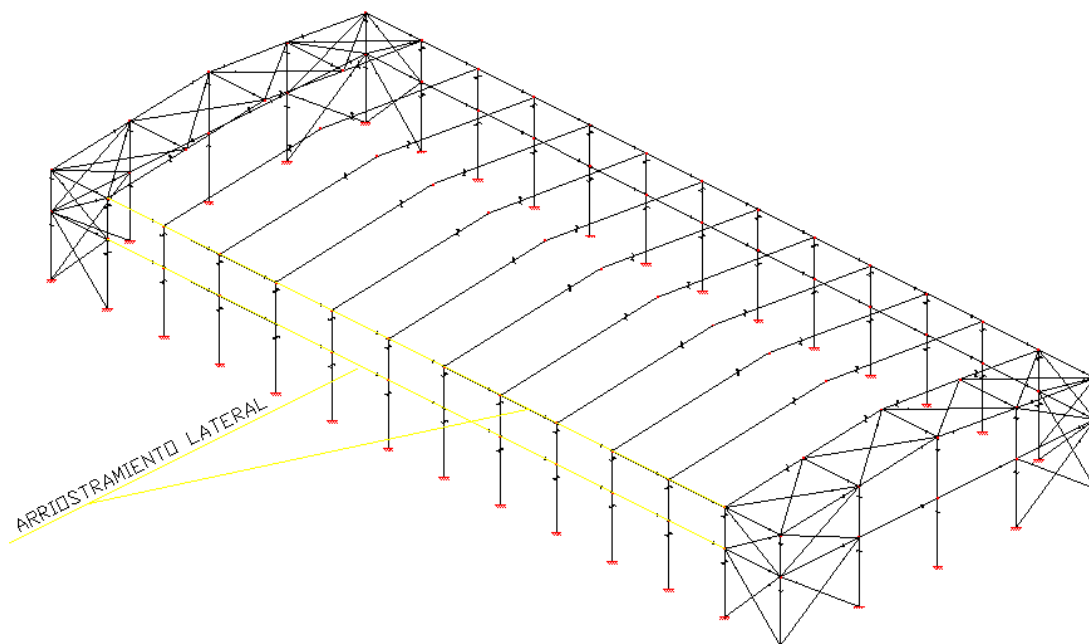
**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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)

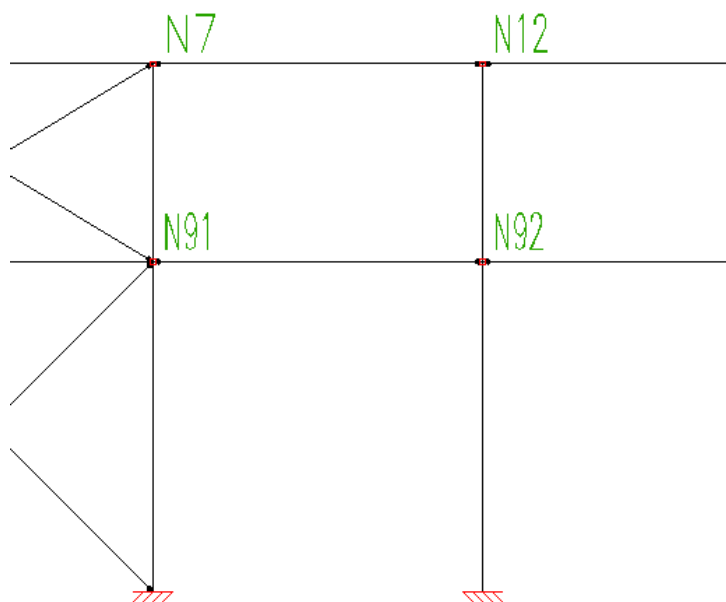
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## 5.6 Viga perimetral



**Imagen 5-12: Localización de la viga perimetral.**

El cálculo y comprobaciones referidas a las vigas perimetrales, se realizarán en las barras comprendidas entre los nudos 7 y 12, y los nudos 91 y 92.



**Imagen 5-13: Detalle viga perimetral.**

## Cargas

### Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N7/N12	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N91/N92	Peso propio	Uniforme	0.126	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## Resultados

### Barras

#### ESFUERZOS

- 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)

HIPOTESIS

<b>Esfuerzos en barras, por hipótesis</b>												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N7/N12	Peso propio	N	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045	-0.045
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.316	-0.237	-0.158	-0.079	0.000	0.079	0.158	0.237	0.316	0.316
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.17	0.30	0.37	0.39	0.37	0.30	0.17	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Q	N	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H1	N	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968	14.968
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	V(0°) H2	N	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590	14.590
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(90°) H1	N	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	-2.953	
Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
V(180°) H1	N	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	11.771	
Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
V(180°) H2	N	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	11.979	
Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(270°) H1	N	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588	-3.588
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		N(EI)	N	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 2	N	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N91/N92	Peso propio	N	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.316	-0.237	-0.158	-0.079	0.000	0.079	0.158	0.237	0.316
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.17	0.30	0.37	0.39	0.37	0.30	0.17	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Q	N	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	9.566	9.566	9.566	9.566	9.566	9.566	9.566	9.566	9.566
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
	V(0°) H2	N	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			V(90°) H1	N	-3.255	-3.255	-3.255	-3.255	-3.255	-3.255	-3.255
Vy	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(180°) H1			N	6.510	6.510	6.510	6.510	6.510	6.510	6.510
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			V(180°) H2	N	6.634	6.634	6.634	6.634	6.634	6.634	6.634
Vy	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(270°) H1			N	-1.100	-1.100	-1.100	-1.100	-1.100	-1.100	-1.100
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			N(EI)	N	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Vy	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mt	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
My	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mz	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N(R) 1			N	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			N(R) 2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vy	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N7/N12	1.250	0.00	2.500	0.91	1.250	0.00	2.500	0.91
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N91/N92	3.750	0.00	2.500	0.91	3.125	0.00	2.500	0.91
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)

COMPROBACIONES ELU (COMPLETO)

- Barra N7/N12

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
Inicial	Final					
N7	N12	5.000	16.40	541.20	44.92	2.45
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	0.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>				1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**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 :** 16.40 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

**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:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w$ : <u>126.20</u> mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : <u>4.70</u> mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w$ : <u>5.93</u> cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$ : <u>5.04</u> cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k$ : <u>0.30</u>
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E$ : <u>210000</u> MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf}$ : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

### **Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.052} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{22.42} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.	$A$ : <u>16.40</u> cm <sup>2</sup>
$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{vd}$ : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

### **Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

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.

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

$N_{c,Ed}$  : 5.56 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 429.52 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** : 16.40 cm<sup>2</sup>

$f_{vd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 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:

$\eta$  : 0.023 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.53 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:

$M_{c,Rd}$  : 23.14 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.

$W_{pl,y}$  : 88.34 cm<sup>3</sup>

$f_{vd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 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:

$\eta$  : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$V_{Ed}$  : 0.43 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 99.50 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 6.58 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 140.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.70 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 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:

$$26.85 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltz del alma.} \quad \lambda_w : \underline{26.85}$$

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

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

Siendo:

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

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

#### **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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.37 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.37} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{99.50} \text{ kN}$$

#### **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:

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{22.39} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

**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.

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

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{23.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{5.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**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<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{0.37 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Donde:

**V<sub>Ed,z</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} : \underline{0.37} \text{ kN}$$

**V<sub>c,Rd,z</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\mathbf{V_{c,Rd,z}} : \underline{99.50} \text{ kN}$$

#### **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.

- Barra N91/N92

Perfil: IPE 140 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N91	N92	5.000	16.40	541.20	44.92	2.45
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	0.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**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 :** 16.40 cm<sup>2</sup>

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

**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:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 126.20 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 4.70 mm

**A<sub>w</sub>**: Área del alma.

**A<sub>w</sub>** : 5.93 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>**: Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub>** : 5.04 cm<sup>2</sup>

**k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

**k** : 0.30

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 210000 MPa

**f<sub>vf</sub>**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>vf</sub>** : 275.00 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.034 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>t,Ed</sub>** : 14.41 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

**N<sub>t,Rd</sub>** : 429.52 kN

Donde:

**A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A** : 16.40 cm<sup>2</sup>

**f<sub>vd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>vd</sub>** : 261.90 MPa

Siendo:

**f<sub>v</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>v</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.011 ✓

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

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>c,Ed</sub>** : 4.87 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:



$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

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.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**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:

$$\eta : \underline{0.023} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{23.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.34} \text{ cm}^3$$

**f<sub>vd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>v</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>:** 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** (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:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.43} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{99.50} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{6.58} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h : \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

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

Siendo:

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

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

**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:

$$26.85 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{26.85}$$

$\lambda_{\text{máx}}$ : Esbeltez máxima. $\lambda_{\text{máx}}$  : 64.71 $\varepsilon$ : Factor de reducción. $\varepsilon$  : 0.92

Siendo:

 $f_{\text{ref}}$ : Límite elástico de referencia. $f_{\text{ref}}$  : 235.00 MPa $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$  : 275.00 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  $V_{\text{Ed}}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{\text{c,Rd}}$ .

$$0.37 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP.

 $V_{\text{Ed}}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{\text{Ed}}$  : 0.37 kN $V_{\text{c,Rd}}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{\text{c,Rd}}$  : 99.50 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:

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

Donde:

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed} : \underline{14.41} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
<b>Clase:</b> 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.	<b>Clase :</b> $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}$ , $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{23.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{5.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$

#### **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 0.313 m del nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.37 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \underline{0.37} \text{ kN}$
$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{99.50} \text{ kN}$

#### **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.

## 5.7 Placas de anclaje

Respecto a las placas de anclaje se tienen dos tipos distintos, por un lado tenemos las de tipo 1 que se instalan en los pilares de fachada alineaciones 1 y 14, y las del tipo 2 que se instalan en los pilares interiores alineaciones de la 2 a la 13.

Para más detalle ver mapa nº7 del documento *Planos*.

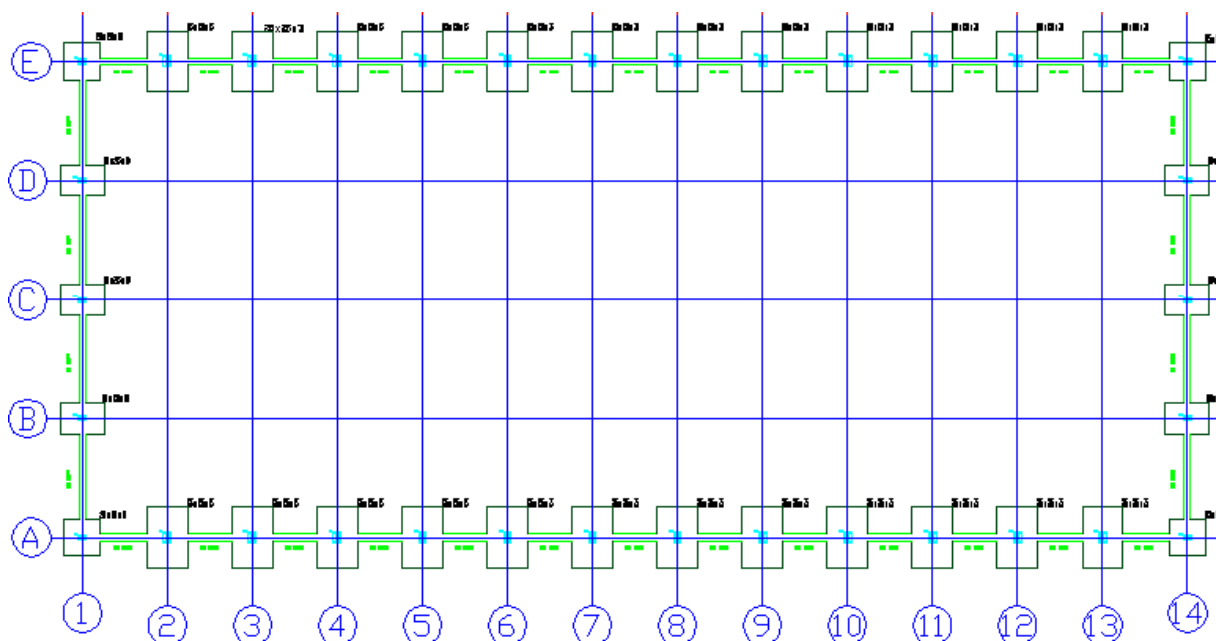


Imagen 5-14

### 5.7.1 Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
TIPO 1 Pilares de fachada	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x7.0)	6Ø16 mm L=40 cm Patilla a 90 grados
TIPO 2 Pilares interiores	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x20x7.0)	6Ø25 mm L=40 cm Patilla a 90 grados

## 6 CIMENTACIONES

En la cimentación encontramos dos elementos principales como son las zapatas y las vigas de atado.

### 6.1 Zapatas

Como se puede comprobar en el plano nº6 y nº7 del documento *Planos* tenemos tres tipos de zapatas distintos.

- Las zapatas tipo 1, instaladas en los pilares de los pórticos interiores de las alineaciones de la 2 a la 13.
- Las zapatas tipo 2, instaladas en los pilares exteriores de los pórticos de fachada, alineaciones 1 y 14.
- Las zapatas tipo 3, instaladas en los pilares interiores de los pórticos de fachada, alineaciones 1 y 14.

#### 6.1.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
<b>TIPO 1</b>	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 235.0 cm Ancho zapata Y: 355.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 12Ø16c/29 Sup Y: 8Ø16c/29 Inf X: 12Ø16c/29 Inf Y: 8Ø16c/29
<b>TIPO 2</b>	Zapata cuadrada Ancho: 215.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 11Ø12c/20 Sup Y: 11Ø12c/20 Inf X: 11Ø12c/20 Inf Y: 11Ø12c/20
<b>TIPO 3</b>	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 255.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/20 Sup Y: 9Ø12c/20 Inf X: 13Ø12c/20 Inf Y: 9Ø12c/20

### 6.2 Vigas de atado

En estos elementos de la cimentación tenemos dos tipos, por un lado las vigas de atado que unen los pilares de los pórticos de fachada, y por otro lado las vigas de atado que unen los pilares de los pórticos interiores.

#### 6.2.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
<b>TIPO 1</b>	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
<b>TIPO 2</b>	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30



# DOCUMENTO III: PLANOS

---

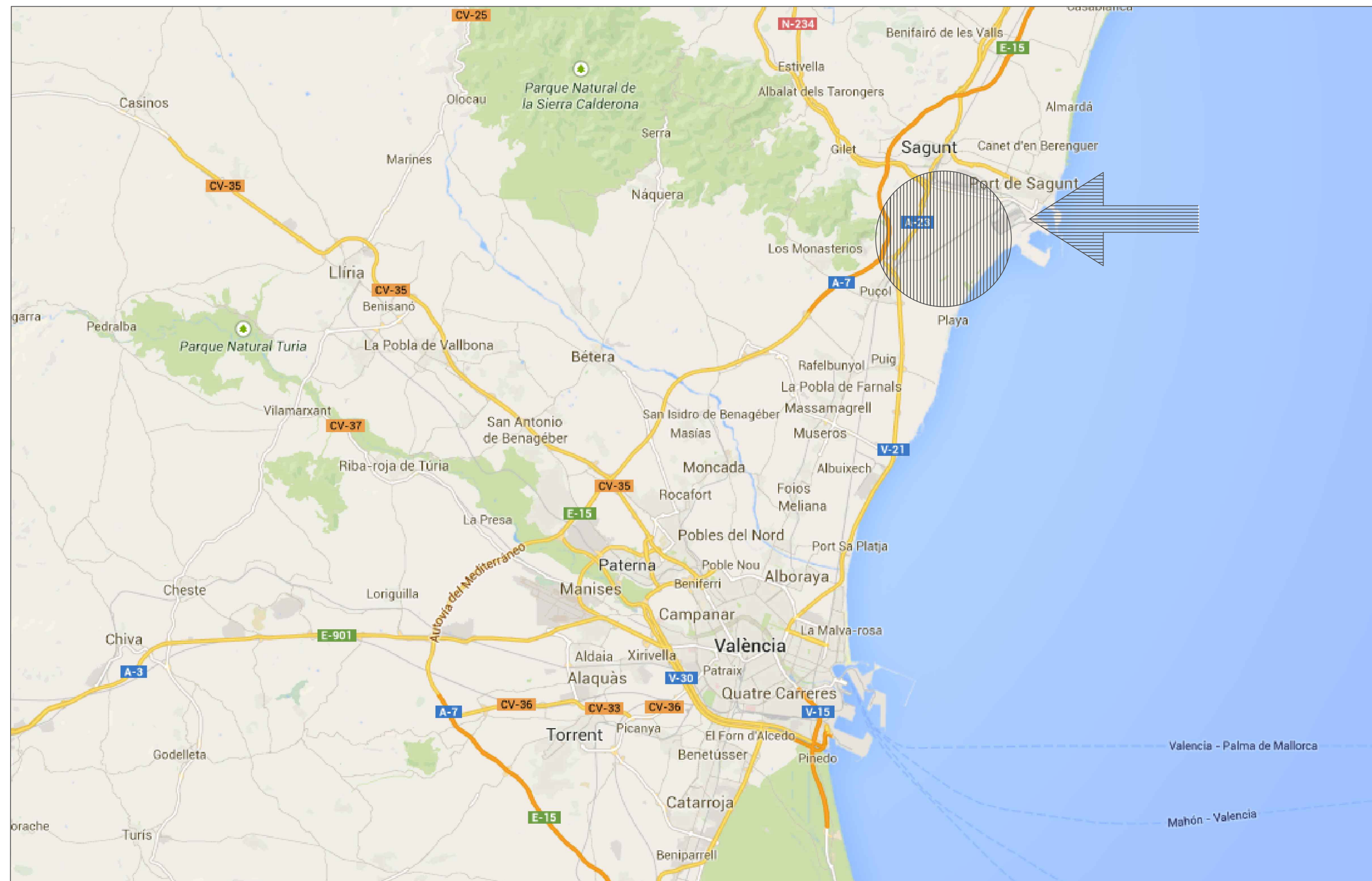




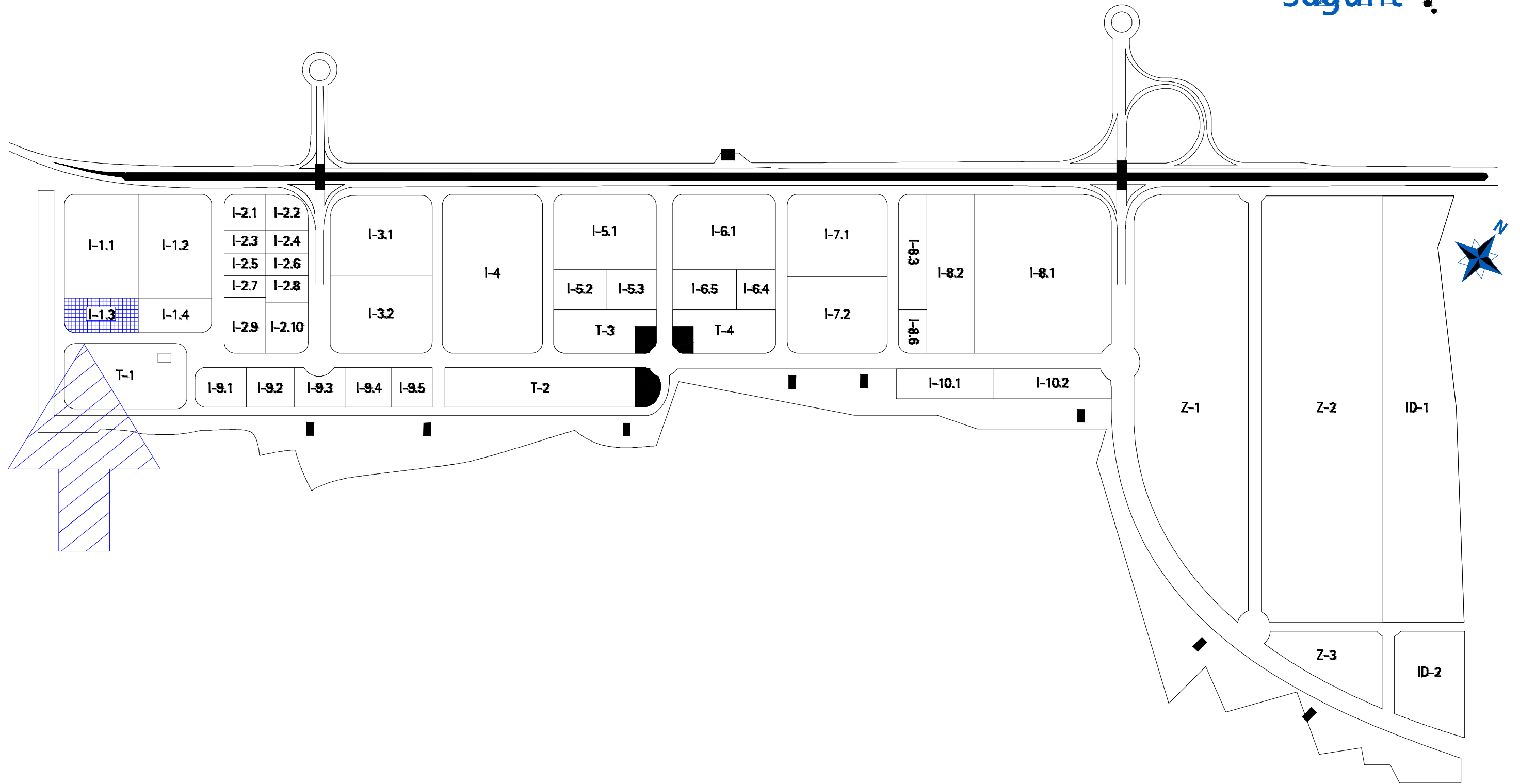


## **ÍNDICE PLANOS**

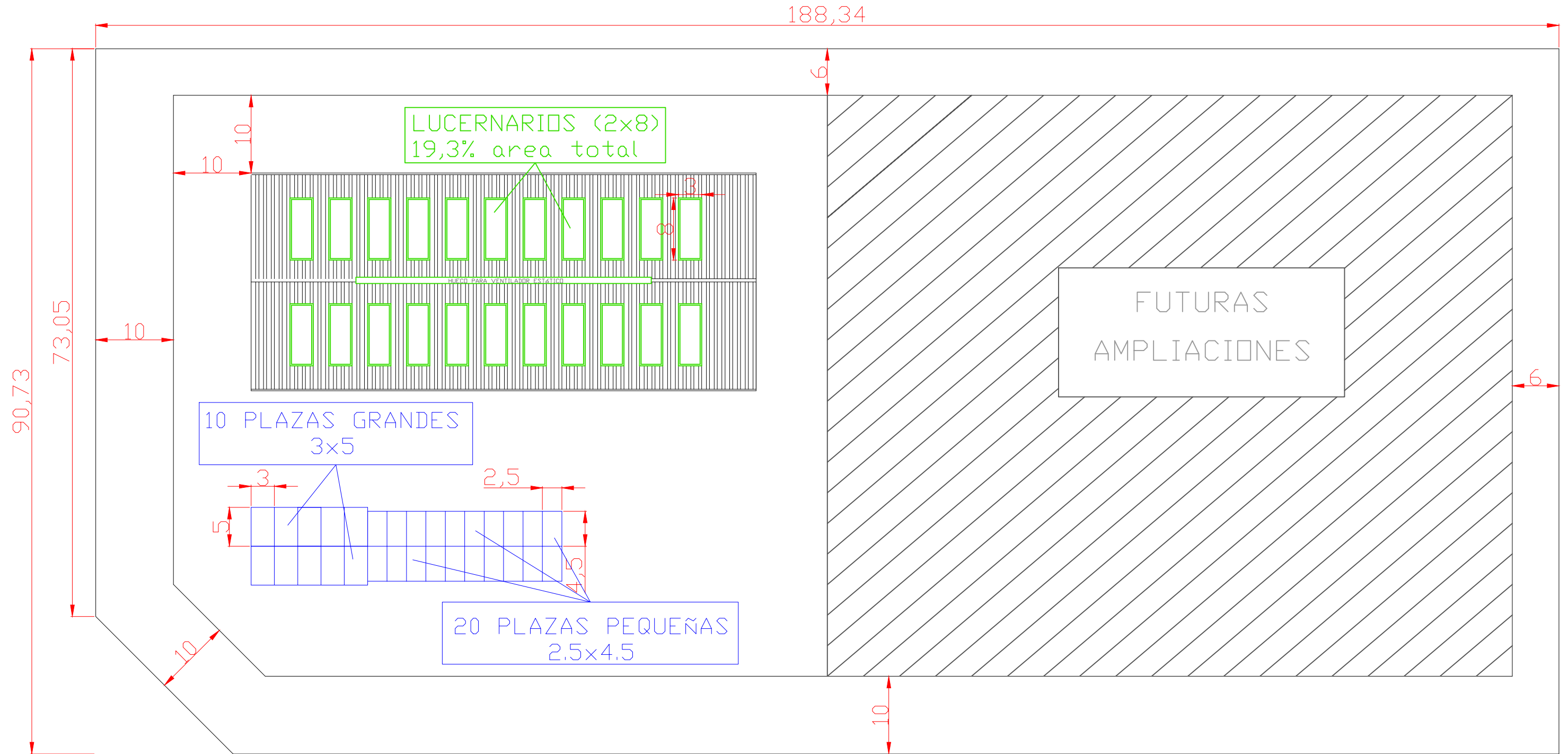
- 1. PLANO Nº1 LOCALIZACIÓN**
- 2. PLANO Nº2 LOCALIZACIÓN (2)**
- 3. PLANO Nº3 POLÍGONO SAGUNTO**
- 4. PLANO Nº4 PARCELA**
- 5. PLANO Nº5 VISTA 3D**
- 6. PLANO Nº6 CIMENTACIONES**
- 7. PLANO Nº7 CIMENTACIÓN DETALLES**
- 8. PLANO Nº8 PÓRTICOS**
- 9. PLANO Nº9 FACHADAS FRONTALES**
- 10. PLANO Nº10 FACHADA LATERAL ORIENTACIÓN (A)**
- 11. PLANO Nº11 FACHADA LATERAL ORIENTACIÓN (E)**
- 12. CUBIERTA**





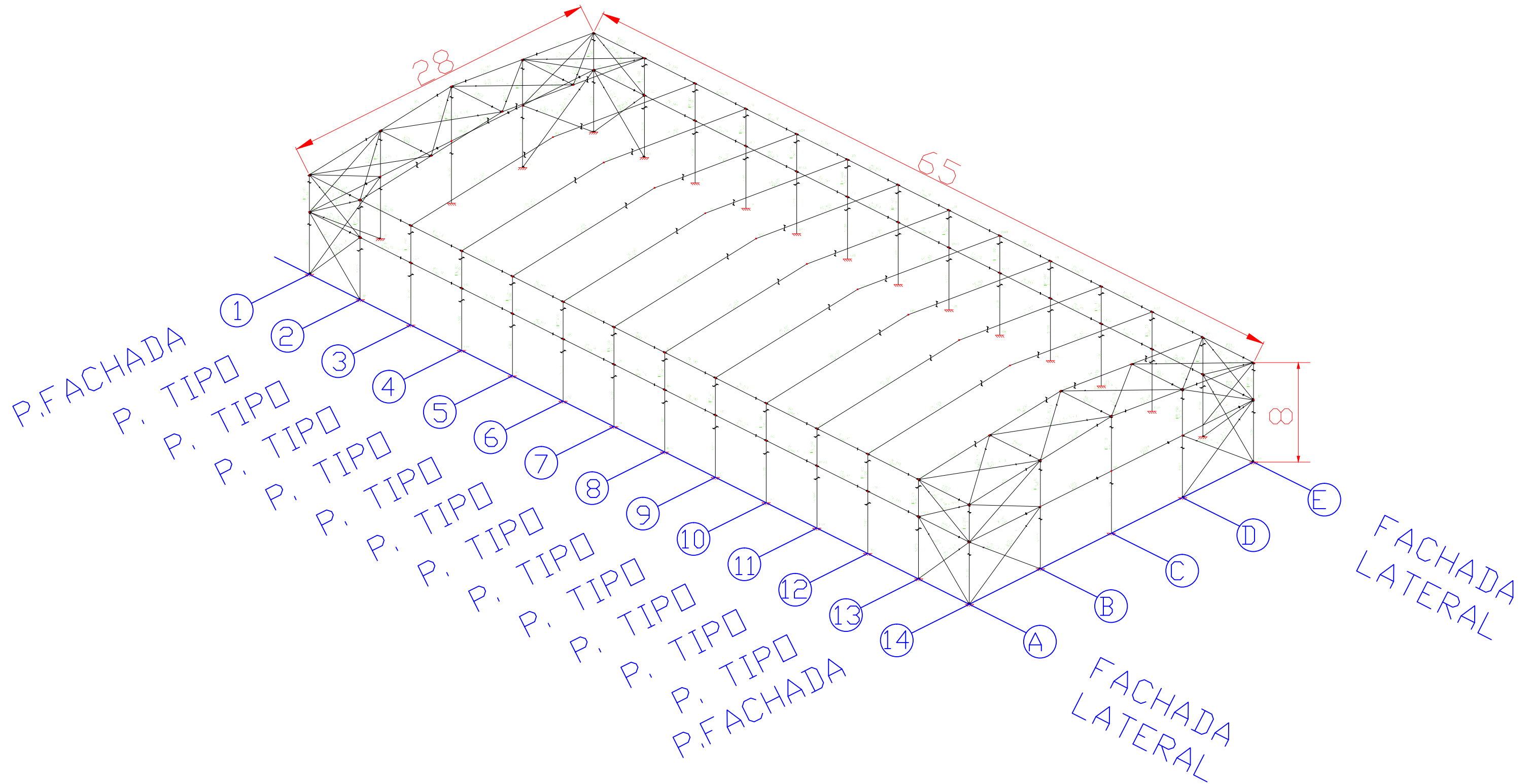


VIAL DE ACCESO



VIAL DE ACCESO

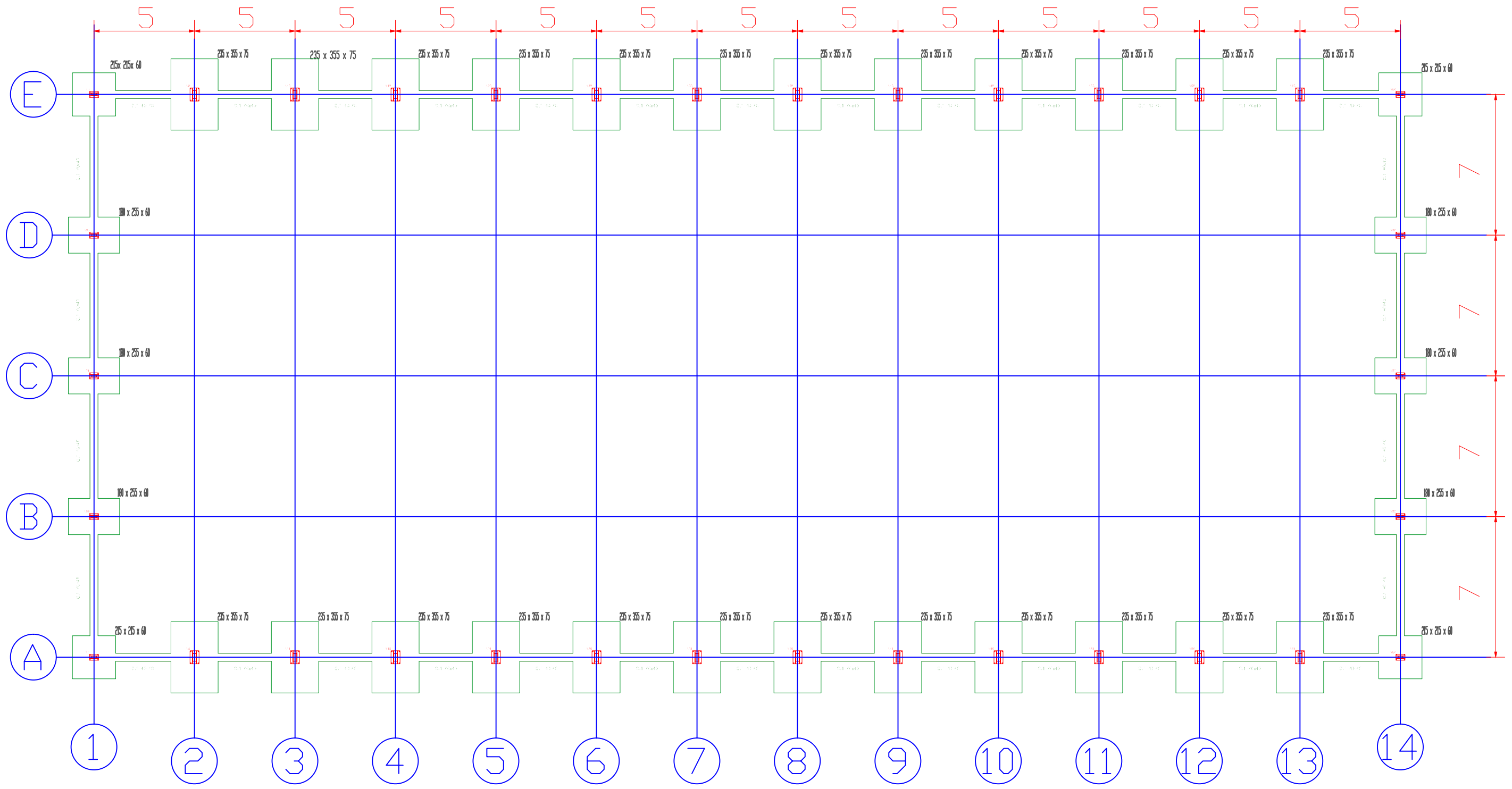
# 3D: NAVE COMPLETA

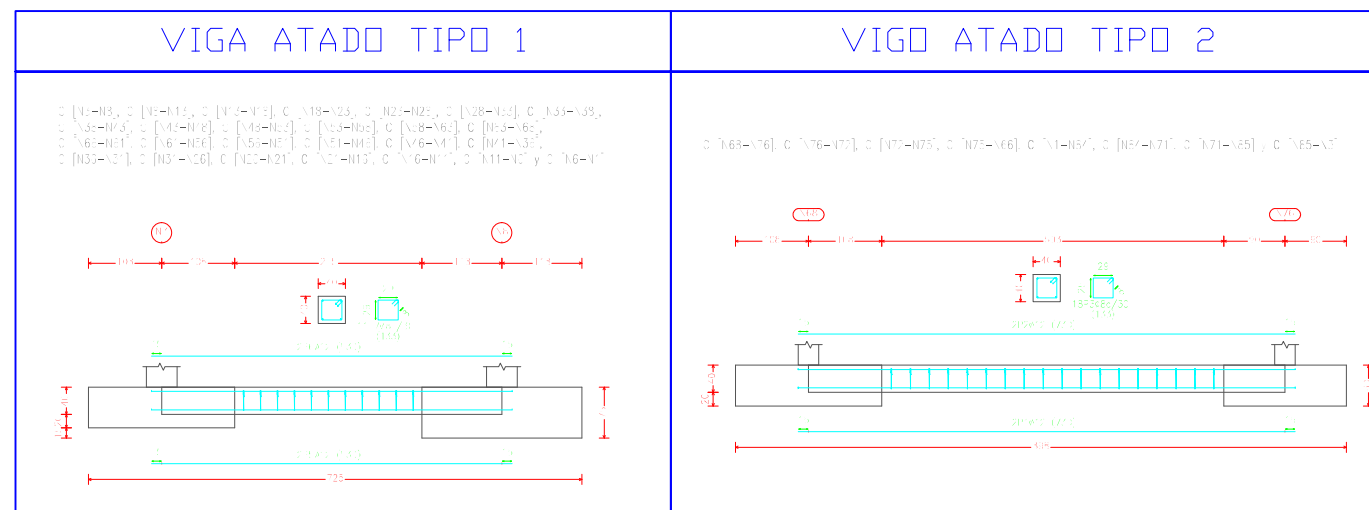
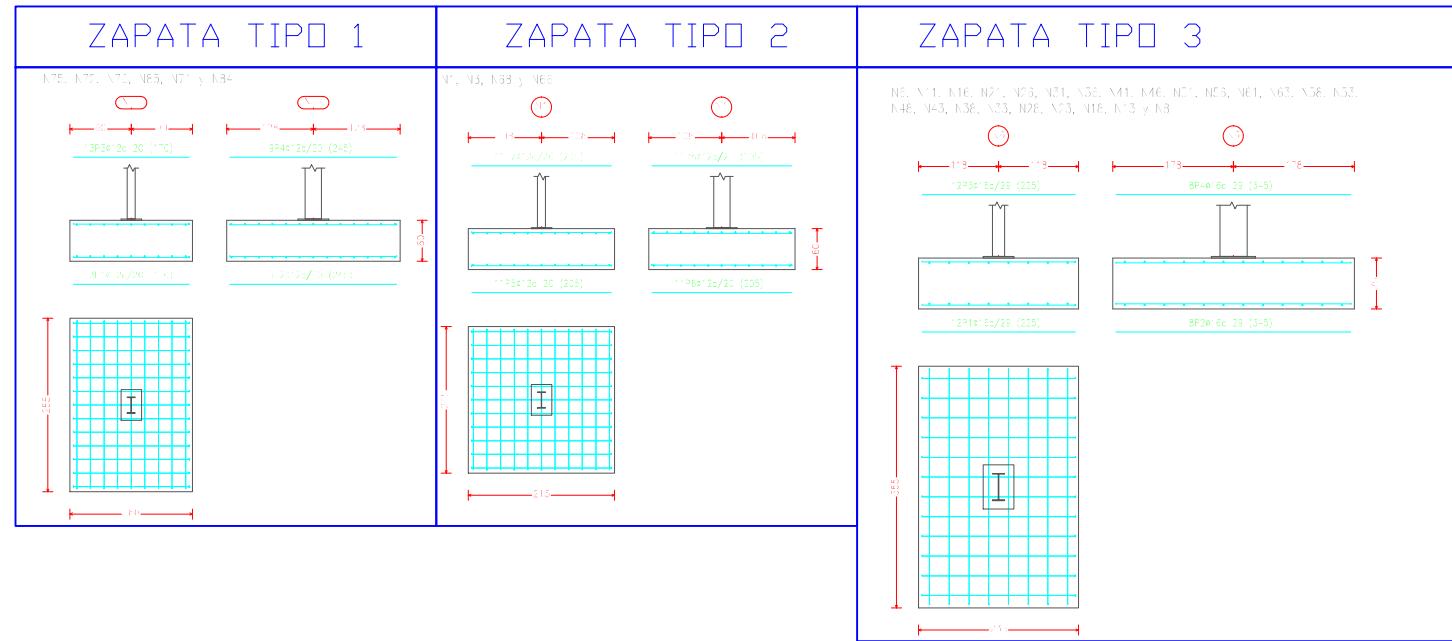


NAVE INDUSTRIAL  
SITA EN SAGUNTO  
ESCALA 1:50

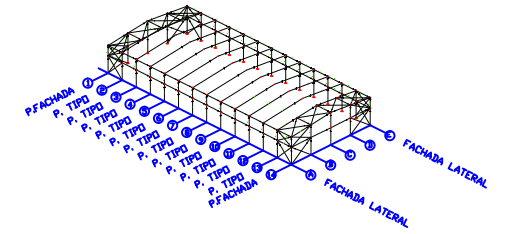
Alineaciones 2 a la 13  
Alineaciones E-1, E-14, A-1, A-14  
Alineaciones B, C, D

Zapata tipo 1  
Zapata tipo 2  
Zapata tipo 3

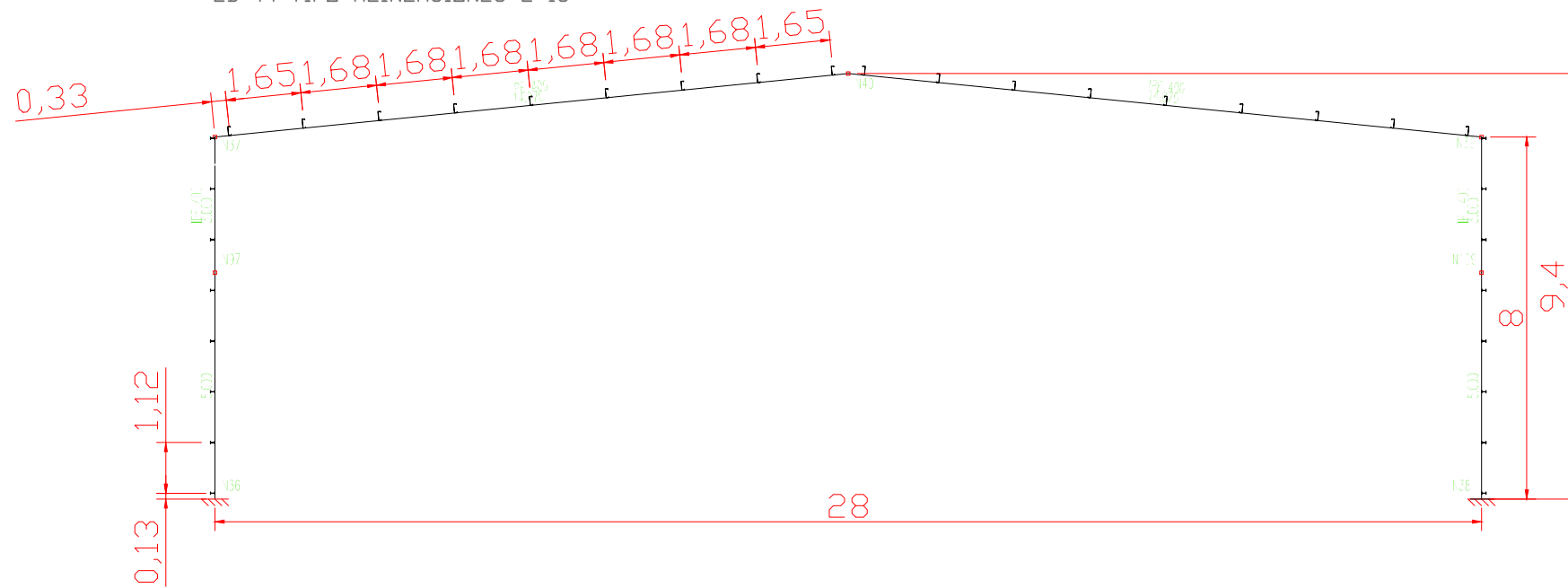




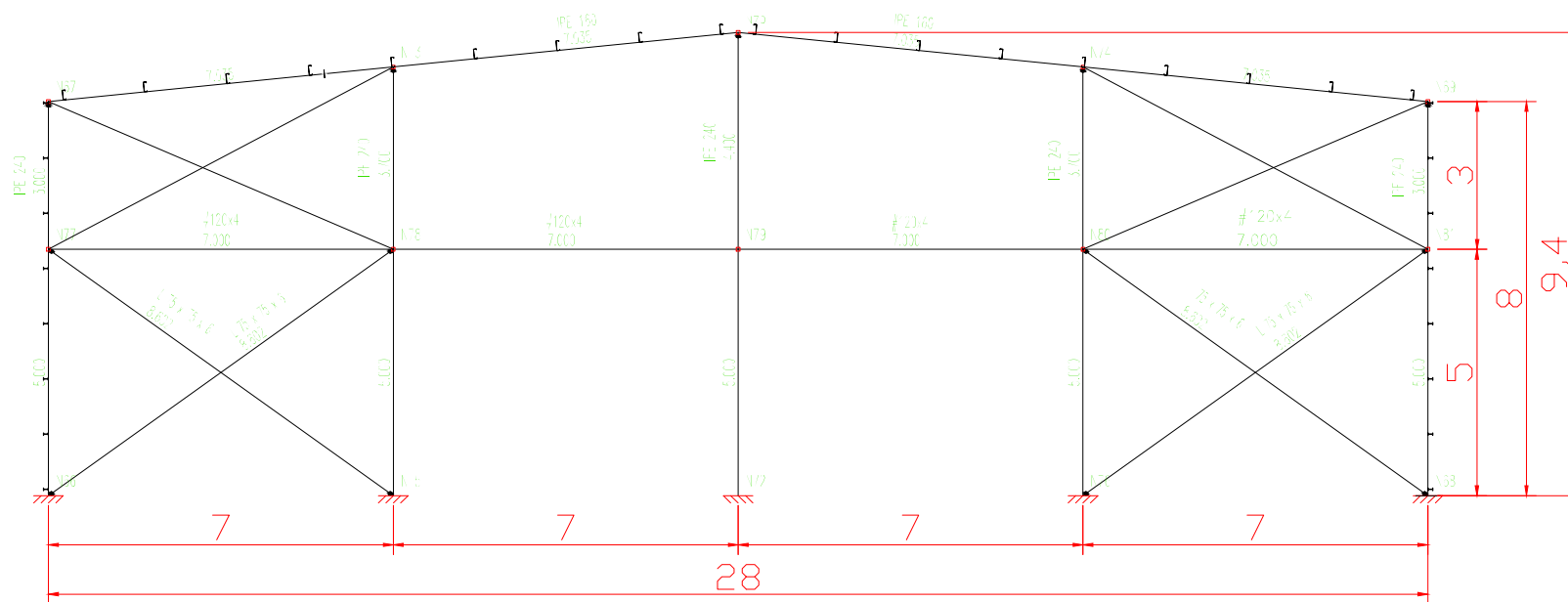




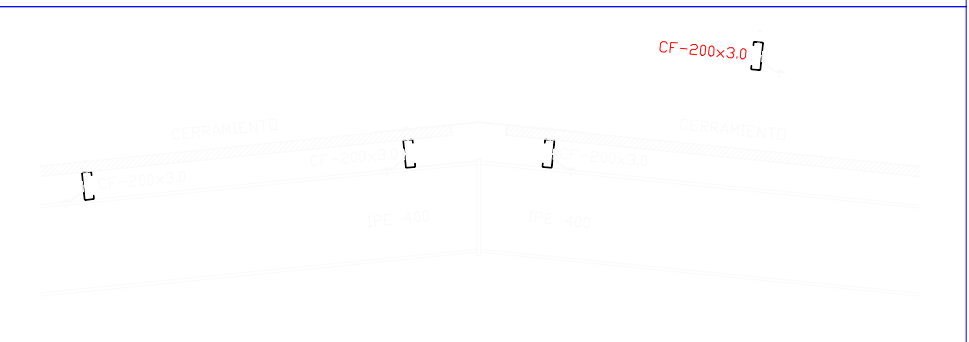
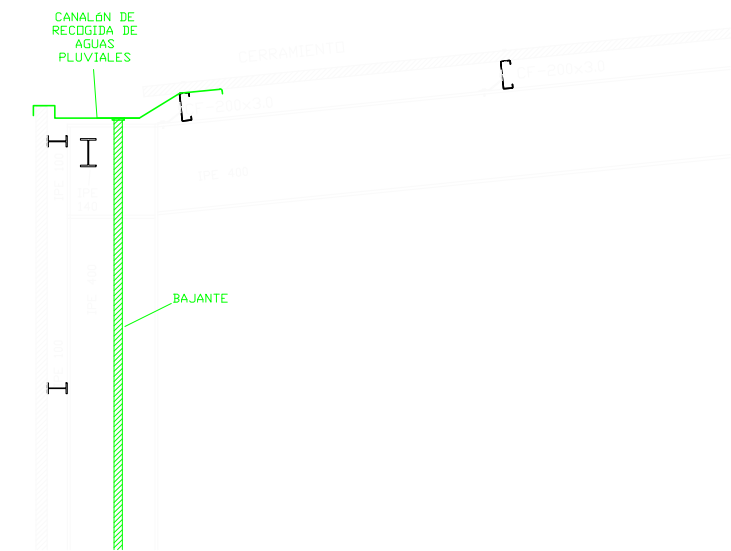
2D: P. TIPO ALINEACIONES 2-13



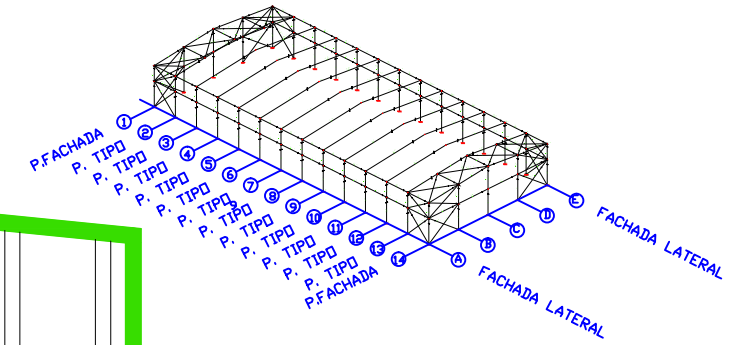
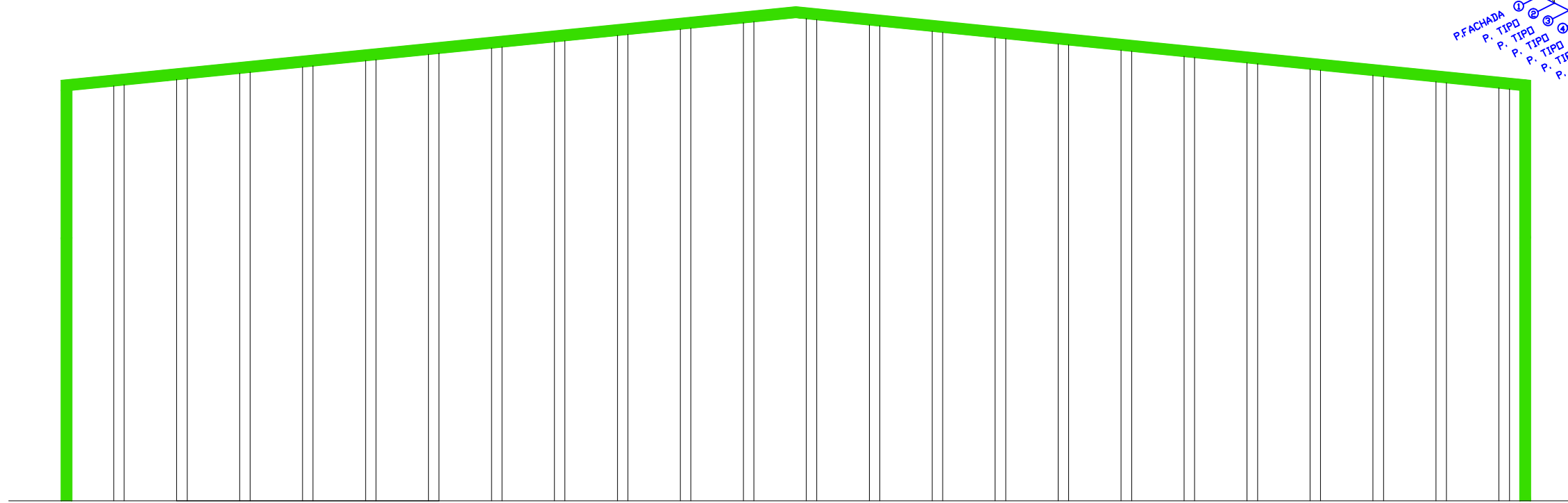
2D: P. FACHADA ALINEACIONES 1 y 14



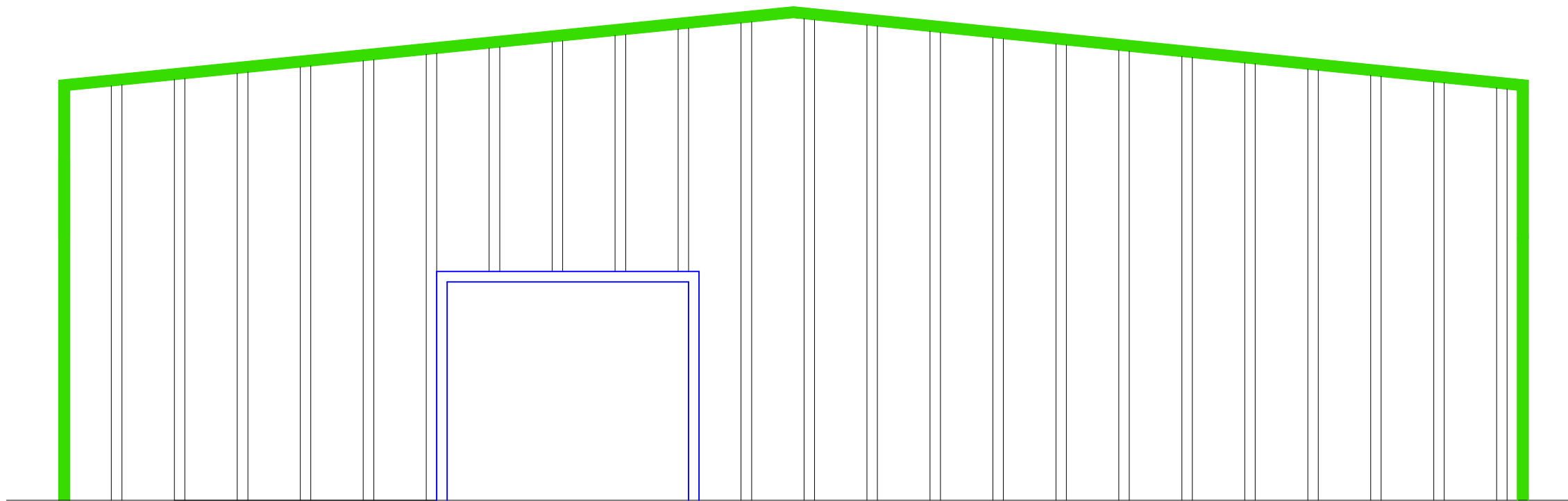
## DETALLES CERRAMIENTOS



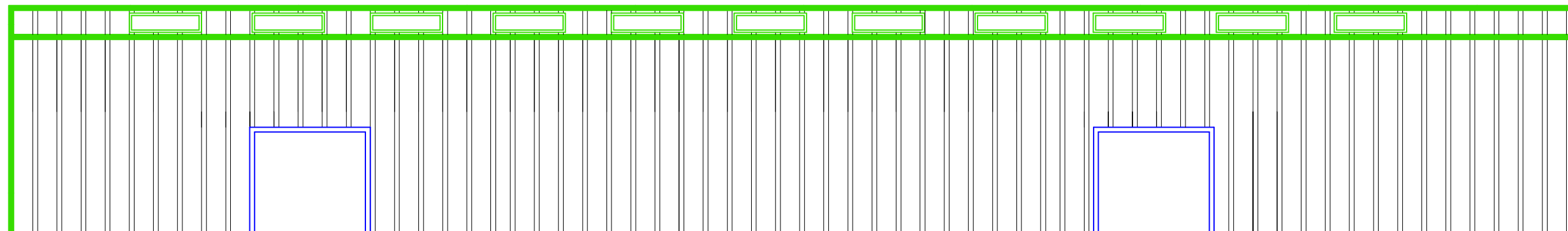
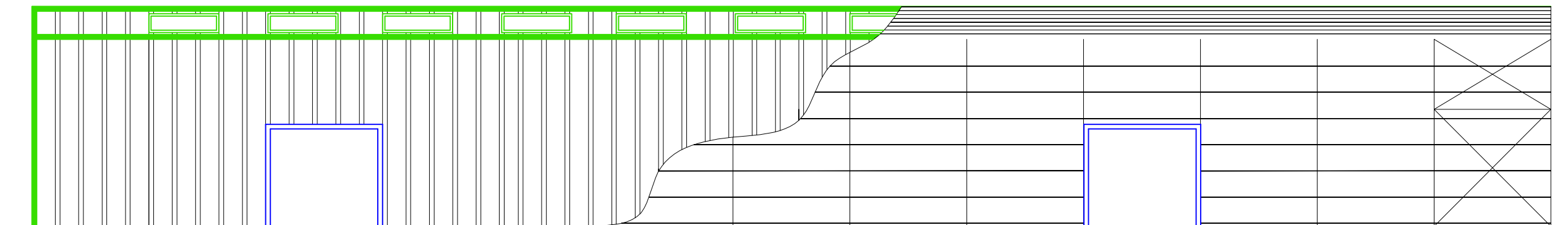
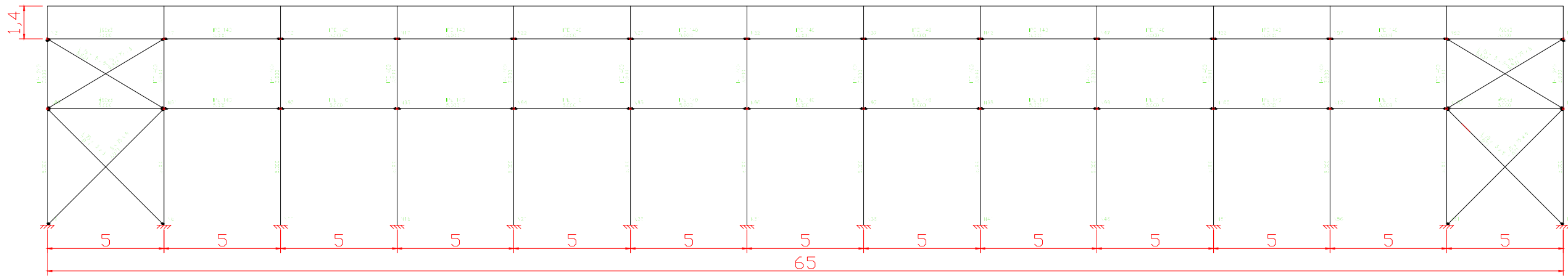
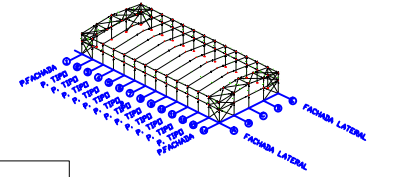
2D: PÓRTICO 14



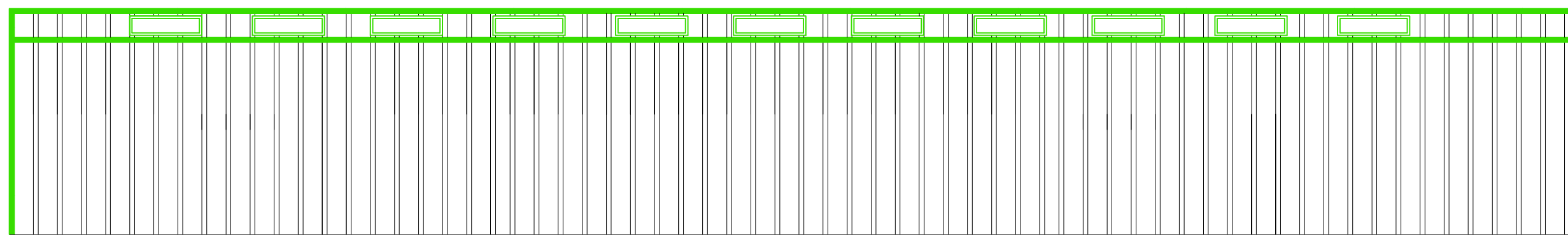
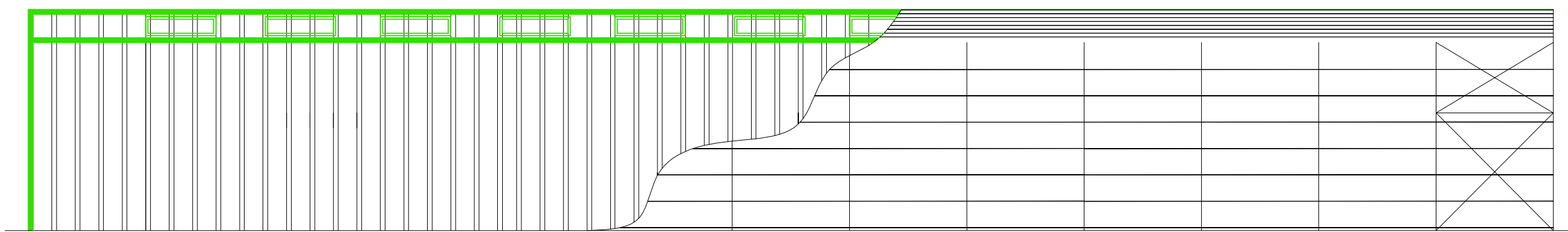
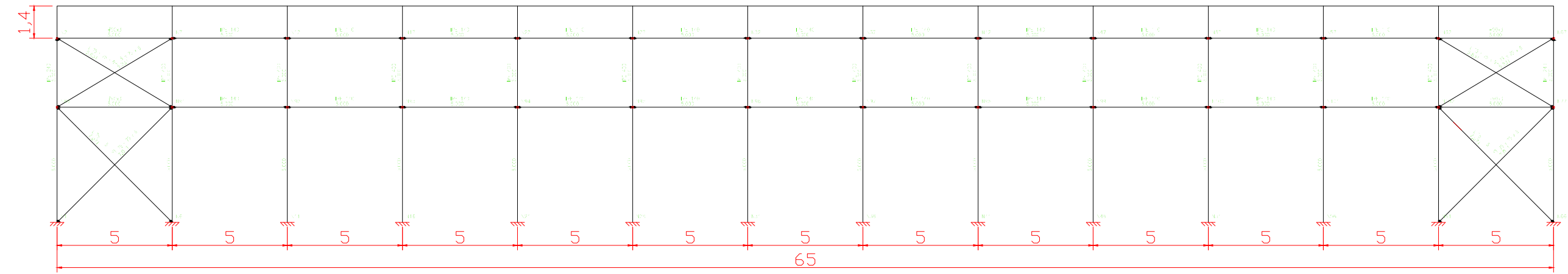
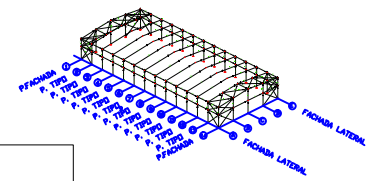
2D: PÓRTICO 1

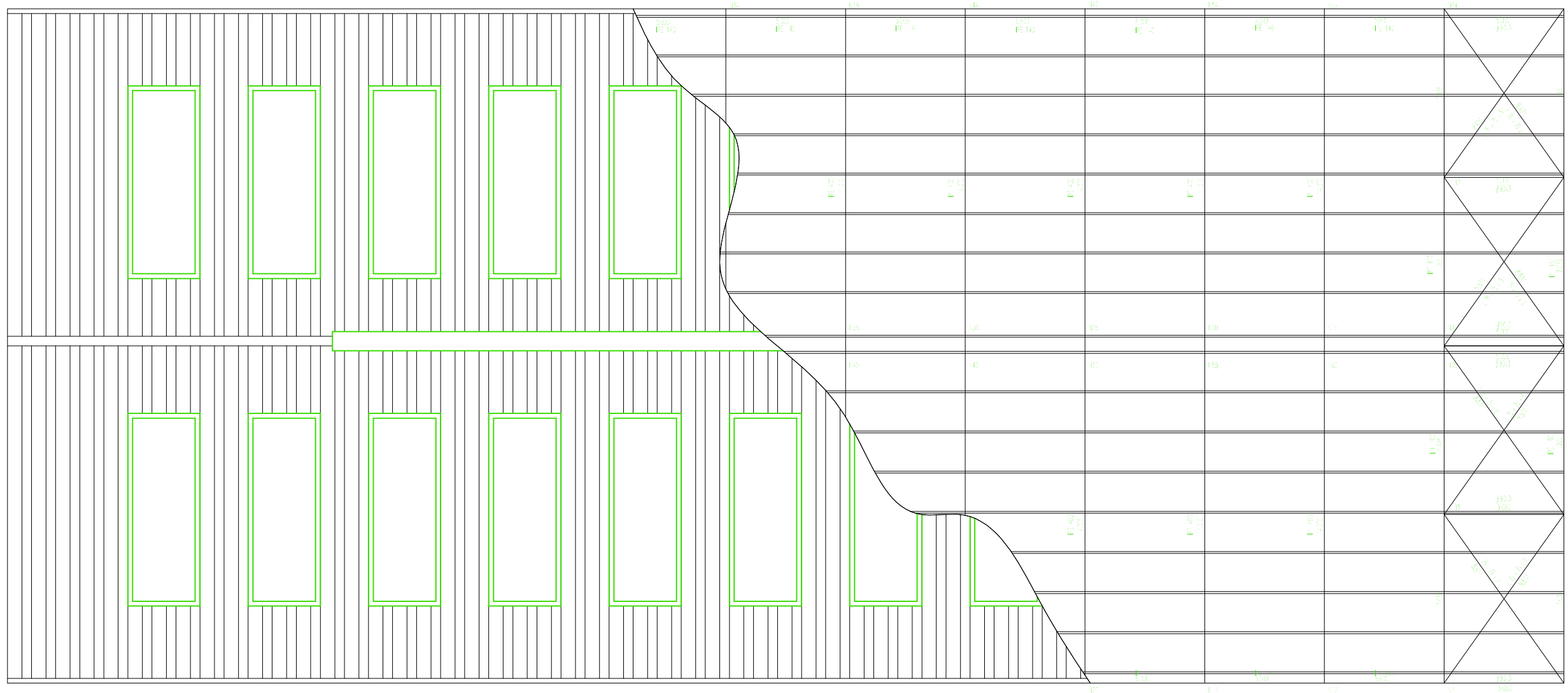


# 2D: FACHADA LATERAL ALINEACIÓN A



# 2D: FACHADA LATERAL ALINEACIÓN E







# DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

---





## **INDICE ANEXOS DE CÁLCULOS**

<b>1. UNIDAD DE OBRA Nº1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	<b>1</b>
<b>2. UNIDAD DE OBRA Nº2 CIMENTACIONES</b>	<b>5</b>
<b>3. UNIDAD DE OBRA Nº3 ESTRUCTURAS</b>	<b>8</b>
<b>4. UNIDAD DE OBRA Nº4 CUBIERTAS</b>	<b>12</b>
<b>5. UNIDAD DE OBRA Nº5 FACHADAS</b>	<b>13</b>
<b>6. UNIDAD DE OBRA Nº6 INSTALACIONES</b>	<b>15</b>
<b>7. UNIDAD DE OBRA Nº7 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>16</b>
<b>8. UNIDAD DE OBRA Nº8 URBANIZACION DEL INTERIOR DE LA PARCELA</b>	<b>17</b>
<b>9. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>18</b>







# PRESUPUESTO

Para la realización del presupuesto se han utilizado dos programas de CYPE como son el generador de precios, y el Arquímedes, en este punto se detallará el presupuesto desglosado, del cual se puede observar el resumen en el capítulo 7 del primer documento.

## 1. UNIDAD DE OBRA Nº1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1.- Movimiento de tierras en edificación</b>				
<b>1.1.1.- Desbroce y limpieza</b>				
1.1.1.1	M <sup>2</sup> Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, 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. Incluye: Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
	<b>Total m<sup>2</sup> .....:</b>	<b>17.088,000</b>	<b>1,64</b>	<b>28.024,32</b>
	<b>Total subcapítulo 1.1.1.- Desbroce y limpieza:</b>			<b>28.024,32</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
<b>1.1.2.- Rellenos</b>								
1.1.2.1	M <sup>3</sup>	Formación de base de pavimento mediante relleno a cielo abierto con zahorra artificial caliza; y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo manual formado por rodillo vibrante, 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 carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos. Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.						
			m3	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		SUPERFICIE DE LA NAVE [A]	364				364,000	
		RESTO DE LA PARCELA [A]	3.053,6				3.053,600	
							3.417,600	3.417,600
		<b>Total m<sup>3</sup> .....</b>	<b>3.417,600</b>				<b>22,19</b>	<b>75.836,54</b>
		<b>Total subcapítulo 1.1.2.- Rellenos:</b>						<b>75.836,54</b>
<b>1.1.3.- Excavaciones</b>								
1.1.3.1	M <sup>3</sup>	Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso, transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: 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 Ejecución de la obra.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		VIGAS DE ATADO TIPO 1 [A*B*C*D]	26	2,750	0,400	0,500	14,300	
		VIGAS DE ATADO TIPO 2 [A*B*C*D]	8	5,030	0,400	0,500	8,048	
							22,348	22,348
		<b>Total m<sup>3</sup> .....</b>	<b>22,348</b>				<b>20,19</b>	<b>451,21</b>



**1.1.3.2 M<sup>3</sup>** Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso, transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Incluye: 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.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: 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 Ejecución de la obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZAPATAS TIPO 1	6	2,550	1,800	0,700	19,278	
ZAPATAS TIPO 2	4	2,150	2,150	0,700	12,943	
ZAPATAS TIPO 3	24	3,550	2,350	0,850	170,187	
					202,408	202,408
			<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>	<b>202,408</b>	<b>18,57</b>	<b>3.758,72</b>
			<b>Total subcapítulo 1.1.3.- Excavaciones:</b>			<b>4.209,93</b>
			<b>Total subcapítulo 1.1.- Movimiento de tierras en edificación:</b>			<b>108.070,79</b>



Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>1.2.- Nivelación</b>					
<b>1.2.1.- Soleras</b>					
1.2.1.1	M <sup>2</sup> Formación de solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado de la superficie. Aserrado de juntas de retracción. Limpieza y sellado de juntas. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.				
		Total m <sup>2</sup> .....	1.820,000	34,37	62.553,40
		<b>Total subcapítulo 1.2.1.- Soleras:</b>		<b>62.553,40</b>	
		<b>Total subcapítulo 1.2.- Nivelación:</b>		<b>62.553,40</b>	
		<b>Total presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :</b>		<b>170.624,19</b>	



## 2. UNIDAD DE OBRA Nº2 CIMENTACIONES

Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1.- Superficiales</b>				
<b>2.1.1.- Zapatas</b>				
2.1.1.1	<p>M<sup>3</sup> Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 31,36 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.</p> <p>Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	16,500	150,31	2.480,12
		<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>		
2.1.1.2	<p>M<sup>3</sup> Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 31,801 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.</p> <p>Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	11,080	150,71	1.669,87
		<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>		
2.1.1.3	<p>M<sup>3</sup> Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 30,31 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.</p> <p>Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	150,240	149,36	22.439,85
		<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>		
				<b>26.589,84</b>
<b>Total subcapítulo 2.1.1.- Zapatas:</b>				<b>26.589,84</b>
<b>Total subcapítulo 2.1.- Superficiales:</b>				<b>26.589,84</b>

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe
<b>2.2.- Regularización</b>							
<b>2.2.1.- Hormigón de limpieza</b>							
2.2.1.1	M <sup>2</sup>	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. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
ZAPATAS TIPO 1 [A*B*C]	1	6	2,550	1,800	27,540		
ZAPATAS TIPO 2 [A*B*C]	2	4	2,150	2,150	18,490		
ZAPATAS TIPO 3 [A*B*C]	3	24	3,550	2,350	200,220		
VIGA DE ATADO TIPO 1 [A*B*C]	26	2,750	0,400		28,600		
VIGA DE ATADO TIPO 2 [A*B*C]	8	5,030	0,400		16,096		
					290,946	290,946	
<b>Total m<sup>2</sup> .....:</b>					<b>290,946</b>	<b>8,47</b>	<b>2.464,31</b>
<b>Total subcapítulo 2.2.1.- Hormigón de limpieza:</b>						<b>2.464,31</b>	
<b>Total subcapítulo 2.2.- Regularización:</b>						<b>2.464,31</b>	



Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.3.- Arriostramientos</b>				
<b>2.3.1.- Vigas entre zapatas</b>				
2.3.1.1	M <sup>3</sup> Formación de viga de hormigón armado para el atado de la cimentación, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 61,477 kg/m <sup>3</sup> . Incluso p/p de separadores. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
	Total m <sup>3</sup> .....:	11,400	164,64	1.876,90
2.3.1.2	M <sup>3</sup> Formación de viga de hormigón armado para el atado de la cimentación, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb fabricado en central con cemento SR, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 48,637 kg/m <sup>3</sup> . Incluso p/p de separadores. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
	Total m <sup>3</sup> .....:	6,400	153,04	979,46
	<b>Total subcapítulo 2.3.1.- Vigas entre zapatas:</b>			<b>2.856,36</b>
	<b>Total subcapítulo 2.3.- Arriostramientos:</b>			<b>2.856,36</b>
	<b>Total presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :</b>			<b>31.910,51</b>





### 3. UNIDAD DE OBRA Nº3 ESTRUCTURAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.- Acero</b>					
<b>3.1.1.- Pilares</b>					
3.1.1.1	Ud	<p>Suministro de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x250 mm y espesor 18 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 61 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimient. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte, taladro central, nivelación, relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa con mortero autonivelante expansivo, aplicación de una protección anticorrosiva a las tuercas y extremos de los pernos, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total Ud .....:</b>			<b>10,000</b>	<b>77,44</b>	<b>774,40</b>
3.1.1.2	Ud	<p>Suministro de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 650x250 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 71 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimient. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte, taladro central, nivelación, relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa con mortero autonivelante expansivo, aplicación de una protección anticorrosiva a las tuercas y extremos de los pernos, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total Ud .....:</b>			<b>24,000</b>	<b>131,23</b>	<b>3.149,52</b>
<b>Total subcapítulo 3.1.1.- Pilares:</b>					<b>3.923,92</b>



Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
<b>3.1.2.- Vigas</b>								
3.1.2.1	Kg	<p>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 retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: 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.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p>						
			Kg,	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
IPE 400		35.134,7					35.134,70 0	
IPE 240		2.627,36					2.627,360	
IPE 160		888					888,000	
IPE 140		2.832,28					2.832,280	
							41.482,34 0	41.482,340
<b>Total kg .....</b>							<b>1,84</b>	<b>76.327,51</b>
3.1.2.2	Kg	<p>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 retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p> <p>Incluye: 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.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: 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.</p>						
			Kg	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CORREAS LATERALES		8.409,05					8.409,050	
CORREAS FACHADA	DE	3.622,36					3.622,360	
							12.031,41 0	12.031,410
<b>Total kg .....</b>							<b>1,84</b>	<b>22.137,79</b>



**3.1.2.3 Kg** 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 retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.  
 Incluye: 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.  
 Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: 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.

	Kg	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
#120x4	791,18				791,180		
#90x3	554,85				554,850		
					1.346,030	1.346,030	
<b>Total kg .....:</b>					<b>1.346,030</b>	<b>1,84</b>	<b>2.476,70</b>

**3.1.2.4 Kg** 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 retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.  
 Incluye: 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.  
 Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: 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.

	Kg	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
L75x75x6	2.125,32				2.125,320		
					2.125,320	2.125,320	
<b>Total kg .....:</b>					<b>2.125,320</b>	<b>1,84</b>	<b>3.910,59</b>
<b>Total subcapítulo 3.1.2.- Vigas:</b>							<b>104.852,59</b>



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 3.1.3.- Estructuras ligeras para cubiertas

3.1.3.1	Kg	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. Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: 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.						
			Kg	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CORREAS CUBIERTA	DE	9.371,05					9.371,050	
							9.371,050	9.371,050
			<b>Total kg .....</b>		<b>9.371,050</b>		<b>2,34</b>	<b>21.928,26</b>
			<b>Total subcapítulo 3.1.3.- Estructuras ligeras para cubiertas:</b>					<b>21.928,26</b>
			<b>Total subcapítulo 3.1.- Acero:</b>					<b>130.704,77</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras :</b>					<b>130.704,77</b>

## 4. UNIDAD DE OBRA Nº4 CUBIERTAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
<b>4.1.- Inclinadas</b>							
<b>4.1.1.- Chapas de acero</b>							
4.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente mayor del 10%, mediante panel sándwich lacado+aislante+galvanizado, de 40 mm de espesor, conformado con doble chapa de acero y perfil nervado, lacado al exterior y galvanizado al interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad, fijado mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de cortes, solapes, tornillos y elementos de fijación, accesorios, juntas, remates perimetrales y otras piezas de remate para la resolución de puntos singulares.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles. Resolución de puntos singulares con piezas de remate.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
SUPERFICIE [A*B*C]		2	65,000	14,070	1.829,100		
					1.829,100	1.829,100	
		<b>Total m<sup>2</sup> .....:</b>		<b>1.829,100</b>	<b>40,17</b>	<b>73.474,95</b>	
					<b>Total subcapítulo 4.1.1.- Chapas de acero: 73.474,95</b>		
					<b>Total subcapítulo 4.1.- Inclinadas: 73.474,95</b>		
<b>4.2.- Lucernarios</b>							
<b>4.2.1.- Placas translúcidas sintéticas</b>							
4.2.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Formación de lucernarios de placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, para formación de lucernarios en tejados de chapa tipo sándwich. Incluye parte proporcional de solapes y elementos para fijación, seguridad y estanquidad. totalmente terminado en condiciones de estanquidad.</p>	Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
LUCERNARIOS [A*B*C]		22	8,000	3,000	528,000		
					528,000	528,000	
		<b>Total m<sup>2</sup> .....:</b>		<b>528,000</b>	<b>24,27</b>	<b>12.814,56</b>	
					<b>Total subcapítulo 4.2.1.- Placas translúcidas sintéticas: 12.814,56</b>		
					<b>Total subcapítulo 4.2.- Lucernarios: 12.814,56</b>		
					<b>Total presupuesto parcial nº 4 Cubiertas : 86.289,51</b>		

## 5. UNIDAD DE OBRA Nº5 FACHADAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<b>5.1.- Ligeras</b>									
<b>5.1.1.- Paneles sándwich</b>									
5.1.1.1	M <sup>2</sup>	Suministro y montaje de cerramiento de fachada con panel sándwich aislante para fachadas, de 40 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado. Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> .							
			Uds.	Largo	Superficie	Puerta	Parcial	Subtotal	
FACHADA	FRONTAL	1	1		243,600	55,000	188,600		
[A*C-E]									
FACHADA	FRONTAL	14	1		243,600		243,600		
[A*C-E]									
							432,200	432,200	
			Uds.	Largo	Largo	Alto	Puerta	Parcial	Subtotal
FACHADA	LATERAL	A	1		65,000	8,000	55,000	465,000	
[A*C*D-E]									
FACHADA	LATERAL	E	1		65,000	8,000		520,000	
[A*C*D-E]									
								985,000	985,000
							1.417,200	1.417,200	
			<b>Total m<sup>2</sup> .....</b>		<b>1.417,200</b>		<b>42,93</b>	<b>60.840,40</b>	
			<b>Total subcapítulo 5.1.1.- Paneles sándwich:</b>					<b>60.840,40</b>	
			<b>Total subcapítulo 5.1.- Ligeras:</b>					<b>60.840,40</b>	



Nº	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>5.2.- Defensas de exteriores</b>					
<b>5.2.1.- Puertas de garaje</b>					
5.2.1.1	Ud Suministro y colocación de puerta seccional para garaje, formada por panel acanalado de aluminio relleno de poliuretano, 500x550 cm, acabado en blanco. Apertura automática con equipo de motorización (incluido en el precio). Incluso cajón recogedor forrado, torno, muelles de torsión, poleas, guías y accesorios, cerradura central con llave de seguridad y falleba de accionamiento manual. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Colocación y fijación de los perfiles guía. Introducción del panel en las guías. Colocación y fijación del eje a los palieres. Tensado del muelle. Fijación del panel al tambor. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
		Total Ud .....:	3,000	6.200,04	18.600,12
			<b>Total subcapítulo 5.2.1.- Puertas de garaje:</b>		<b>18.600,12</b>
			<b>Total subcapítulo 5.2.- Defensas de exteriores:</b>		<b>18.600,12</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 5 Fachadas :</b>		<b>79.440,52</b>

## 6. UNIDAD DE OBRA Nº6 INSTALACIONES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
<b>6.1.- Evacuación de aguas</b>						
<b>6.1.1.- Canalones</b>						
6.1.1.1	M	Formación de canalón oculto situado en la zona intermedia del faldón para recogida de aguas de cubierta, mediante plancha de plomo laminado de 3,00 mm de espesor, conformada "in situ", de 1250 mm de desarrollo, de 11,5 cm de espesor, y revestido en su superficie con una capa de emulsión asfáltica. Incluso p/p de uniones soldadas, elementos de dilatación, formación de piezas de remate final y conexión a bajantes. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie. Aplicación de una capa de emulsión asfáltica. Conformado y colocación de canalón y remates. Conexión a las bajantes. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
			Total m .....	130,000	76,35	9.925,50
					<b>Total subcapítulo 6.1.1.- Canalones:</b>	<b>9.925,50</b>
<b>6.1.2.- Bajantes</b>						
6.1.2.1	M	Suministro y montaje de bajante interior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocados mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo y trazado de la bajante. Presentación en seco de tubos, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Limpieza de la zona a unir con el líquido limpiador, aplicación del adhesivo y encaje de piezas. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
		Uds.	Largo	Parcial	Subtotal	
BAJANTES [A*B]		13	7,500	97,500		
				97,500	97,500	
			Total m .....	97,500	12,29	1.198,28
					<b>Total subcapítulo 6.1.2.- Bajantes:</b>	<b>1.198,28</b>
					<b>Total subcapítulo 6.1.- Evacuación de aguas:</b>	<b>11.123,78</b>
					<b>Total presupuesto parcial nº 6 Instalaciones :</b>	<b>11.123,78</b>





## 7. UNIDAD DE OBRA Nº7 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>7.1.- Transporte de tierras</b>					
<b>7.1.1.- Transporte de tierras con camión</b>					
7.1.1.1	M <sup>3</sup>	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia no limitada, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga, vuelta y coste del vertido. Sin incluir la carga en obra. Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos. Criterio de medición de 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. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.	m3 Largo Ancho Alto	Parcial	Subtotal
PROCEDENTE DESBROCE LIMPIEZA [A]	DE Y	4.272		4.272,000	
PROCEDENTE HUECOS EXCAVADOS [A]	DE	224,756		224,756	
				4.496,756	4.496,756
		<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>	<b>4.496,756</b>	<b>4,77</b>	<b>21.449,53</b>
		<b>Total subcapítulo 7.1.1.- Transporte de tierras con camión:</b>			<b>21.449,53</b>
		<b>Total subcapítulo 7.1.- Transporte de tierras:</b>			<b>21.449,53</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 7 Gestión de residuos :</b>			<b>21.449,53</b>

## 8. UNIDAD DE OBRA Nº8 URBANIZACION DEL INTERIOR DE LA PARCELA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>8.1.- Pavimentos exteriores</b>					
<b>8.1.1.- De aglomerado asfáltico</b>					
8.1.1.1	M <sup>2</sup>	Formación de pavimento de 15 cm de espesor, realizado con mezcla bituminosa continua en caliente de composición drenante, tipo PA12, con árido granítico y betún asfáltico modificado con polímeros. Incluso p/p de comprobación de la nivelación de la superficie soporte, replanteo del espesor del pavimento y limpieza final. Sin incluir la preparación de la capa base existente. Incluye: Transporte de la mezcla bituminosa. Extensión de la mezcla bituminosa. Compactación de la capa de mezcla bituminosa. Ejecución de juntas transversales y longitudinales en la capa de mezcla bituminosa. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m <sup>2</sup> .....	6.723,960	19,43	130.646,54
		<b>Total subcapítulo 8.1.1.- De aglomerado asfáltico:</b>			<b>130.646,54</b>
		<b>Total subcapítulo 8.1.- Pavimentos exteriores:</b>			<b>130.646,54</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 8 Urbanización interior de la parcela :</b>			<b>130.646,54</b>



## 9. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>	<b>170.624,19</b>
1.1.- Movimiento de tierras en edificación	108.070,79
1.1.1.- Desbroce y limpieza	28.024,32
1.1.2.- Rellenos	75.836,54
1.1.3.- Excavaciones	4.209,93
1.2.- Nivelación	62.553,40
1.2.1.- Soleras	62.553,40
<b>2 Cimentaciones</b>	<b>31.910,51</b>
2.1.- Superficiales	26.589,84
2.1.1.- Zapatas	26.589,84
2.2.- Regularización	2.464,31
2.2.1.- Hormigón de limpieza	2.464,31
2.3.- Arriostramientos	2.856,36
2.3.1.- Vigas entre zapatas	2.856,36
<b>3 Estructuras</b>	<b>130.704,77</b>
3.1.- Acero	130.704,77
3.1.1.- Pilares	3.923,92
3.1.2.- Vigas	104.852,59
3.1.3.- Estructuras ligeras para cubiertas	21.928,26
<b>4 Cubiertas</b>	<b>86.289,51</b>
4.1.- Inclínadas	73.474,95
4.1.1.- Chapas de acero	73.474,95
4.2.- Lucernarios	12.814,56
4.2.1.- Placas translúcidas sintéticas	12.814,56
<b>5 Fachadas</b>	<b>79.440,52</b>
5.1.- Ligeras	60.840,40
5.1.1.- Paneles sándwich	60.840,40
5.2.- Defensas de exteriores	18.600,12
5.2.1.- Puertas de garaje	18.600,12



<b>6 Instalaciones</b>	<b>11.123,78</b>
6.1.- Evacuación de aguas	11.123,78
6.1.1.- Canalones	9.925,50
6.1.2.- Bajantes	1.198,28
<b>7 Gestión de residuos</b>	<b>21.449,53</b>
7.1.- Transporte de tierras	21.449,53
7.1.1.- Transporte de tierras con camión	21.449,53
<b>8 Urbanización interior de la parcela</b>	<b>130.646,54</b>
8.1.- Pavimentos exteriores	130.646,54
8.1.1.- De aglomerado asfáltico	130.646,54
<b>Total .....</b>	<b>662.189,35</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y DOS MIL CIENTO OCHENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS.

<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>662.189,35</b>
12% de gastos generales	79.462,72
6% de beneficio industrial	39.731,36
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>781.383,43</b>
21% IVA	164.090,52
<b>Presupuesto base de licitación (PBL = PEC + IVA)</b>	<b>945.473,95</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.