

## **ANEJO Nº5 NUEVA VÍA PARA INSPECCIÓN/REVISIÓN DE TECHOS**

## ÍNDICE

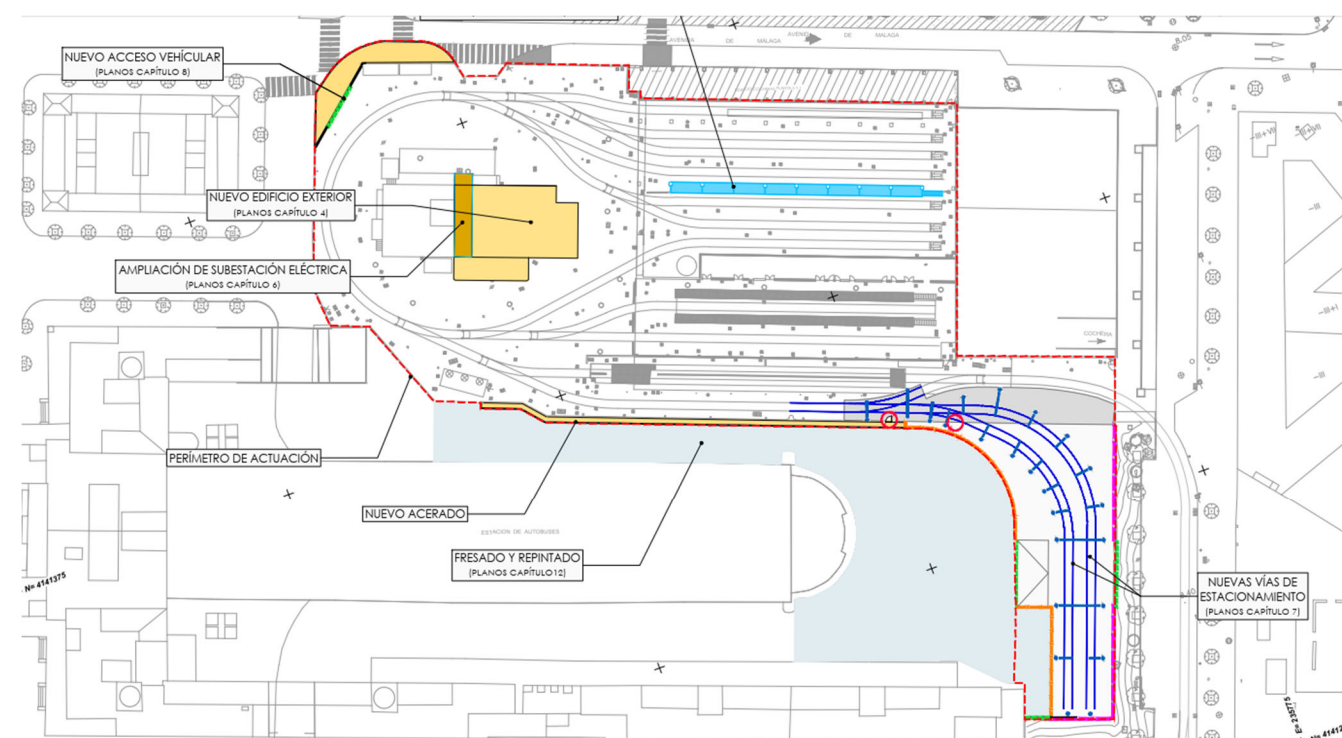
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. OBJETO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO IMPLANTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ESTRUCTURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. BASES DE CÁLCULO .....</b>	<b>3</b>
2.2.1 Normativa .....	4
2.2.2 Programas de cálculo.....	4
2.2.3 Estados Límite.....	4
2.2.4 Valores característicos de las acciones .....	4
2.2.5 Valores representativos.....	5
2.2.6 Valores de cálculo de las acciones .....	6
2.2.7 Combinación de acciones .....	6
2.2.8 Características de los materiales .....	7
<b>2.3. PLATAFORMA .....</b>	<b>7</b>
2.3.1 Modelo de cálculo utilizado .....	8
2.3.2 Acciones.....	8
<b>2.4. ESTRUCTURA EXISTENTE .....</b>	<b>10</b>
<b>3. INSTALACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. ELECTRICIDAD .....</b>	<b>13</b>
3.1.1 Descripción de la instalación.....	13
3.1.2 Cálculos.....	13
<b>3.2. AIRE COMPRIMIDO.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3. SISTEMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICO.....</b>	<b>18</b>
<b>APÉNDICE 1. LISTADOS DE CÁLCULO DE LA PLATAFORMA.....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETO

El presente anejo tiene como objeto la definición y descripción de la nueva vía de inspección de techos en la nave de cocheras, prevista entre las actuaciones de Remodelación de las instalaciones de mantenimiento de los vehículos del Metro Ligero del Centro de Sevilla, recinto de Talleres y Cocheras ubicado en el Prado de San Sebastián.

Esta actuación responde a la necesidad de poder absorber las nuevas exigencias que requiere el aumento del número de tranvías asociado a la puesta en servicio de las Fases 3 y 4 de la infraestructura.



Localización de las actuaciones de Remodelación de las instalaciones de los Talleres y Cocheras Metro Ligero Superficie Centro Sevilla

La adaptación de una de las vías del recinto como nueva vía de inspección de techos, requiere de un ancho libre suficiente donde disponer una pasarela metálica, de acceso en un solo lateral, a uno de los lados de la vía, con seguridad eléctrica.

Por ello, para el estudio de dicho espacio se ha considerado el Gálibo Límite de Obstáculos (GLO) propio de las unidades tranviarias URBOS3 y URBOS100. Dicho GLO se ha establecido añadiendo un margen de 10 cm de lámina de aire sobre el Gálibo Dinámico (GD) establecido por el fabricante para la unidad más restrictiva en cada caso (URBOS3 o URBOS100).

De las zonas potenciales para la implantación de una pasarela elevada, quedan descartadas, por un lado, la vía de levante existente actualmente, al no ser compatible con el programa de mantenimiento, y por otro, las vías de lavado y acceso principal, donde la coexistencia de una máquina de lavado y los dispensadores de arena dificultan dicha implantación.

En conclusión, queda como única opción plausible la franja existente entre las vías 3 y 4 de la zona de cocheras, donde el entreje existente permite establecer la pasarela y respetar a su vez el GLO. De esta manera la pasarela permitiría realizar la inspección de techos sobre la vía 3.

La pasarela metálica se plantea con las mismas dimensiones que las existentes en la vía de inspección de bajos y techos del taller (vía foso), con un ancho de 1,5 m y con la misma longitud. Esta pasarela se dispondría además a la misma distancia del eje de la vía 3 que cuenta en la vía foso.

Dicha plataforma nueva se prevé mediante estructura metálica anclada a los pilares de hormigón existentes que sustentan el edificio.

Al proyectarse la pasarela entre la vía 3 y la alineación de pilares existente entre vías 3 y 4 de cocheras, el ancho de la pasarela se verá reducido de forma puntual en los puntos donde exista pilar, hasta un ancho de 1,3 m.

Esta solución conlleva una planificación del depósito de unidades en la vía 3, debiendo estacionar, cada vez, la unidad sobre la que se desee realizar la inspección de techos, generando así una rotación de las unidades en esa vía.

Las instalaciones que TUSSAM requiere para dicha pasarela son tomas trifásicas/monofásicas y de aire comprimido en los pilares, similares a las existentes en la vía de inspección del taller. No se considera oportuno proyectar calefacción o climatización para la nueva pasarela de inspección, al disponerse en una nave de grandes dimensiones con otro uso de estacionamiento predominante.

En el apartado 2 del presente anejo se incluye la descripción de los cálculos estructurales realizados para la nueva vía de inspección de techos diseñada.

El apartado 3 de anejo contiene la descripción de las instalaciones de electricidad y aire comprimido necesarias para la materialización de las tomas en los pilares que sustentan la pasarela de inspección.

Finalmente, en el apartado 4 se recoge una descripción del sistema de seguridad eléctrica mediante sistema de control y enclavamiento para seccionador de vía y accesos a pasarela de la vía de inspección de techos, en la nave de cocheras.

## 1.2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO IMPLANTACIÓN

En el anejo nº1 Reportaje Fotográfico se recoge una recopilación completa de fotografías del ámbito de actuación, a fin de lograr una concepción global del estado actual del entorno.

En concreto, seguidamente se incluye una fotografía del ámbito de implantación de la nueva pasarela de inspección de techos en la nave de cocheras, junto a la vía 3 de estacionamiento.

Dicha pasarela metálica se diseña anclada a los pilares de hormigón existentes que sustentan el edificio.



Vista del espacio propuesto para la implantación de la nueva pasarela de inspección de techos en la nave de cocheras

En el lado opuesto de la implantación de la pasarela se proyecta, junto a la vía de cocheras existente número 3, un pórtico metálico para sustentar la barandilla metálica de protección que proteja, la caída por ese lateral, cuando se realicen trabajos de inspección de techos de las unidades tranviarias. Este pórtico estará conformado por pilares HEB-240, dispuestos cada 5,43 metros con placas de anclaje

(450x450x20 mm) y 8 pernos  $\varnothing 16$  anclados con resina epoxi en vigas de atado existentes, así como una viga conformada por dos UPN-100 en cajón soldada, en coronación.

## 2. ESTRUCTURA

El objeto del presente apartado es la descripción de los cálculos estructurales realizados para la nueva vía de inspección de techos dentro del "Proyecto de Construcción de metro ligero en superficie del centro de Sevilla. Tramo centro Nervión – estación Santa Justa e intercambiador intermodal de Santa Justa".

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Actualmente se dispone de dos pasarelas de inspección de techo en el edificio de talleres. Sin embargo, se requiere una nueva pasarela de inspección en el edificio de cocheras.

Dicha plataforma nueva se prevé mediante estructura metálica anclada a los pilares de hormigón existentes que sustentan el edificio.

### 2.2. BASES DE CÁLCULO

La comprobación estructural de los elementos requiere:

- Establecer las situaciones de dimensionado que resulten determinantes;
- Determinar las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura;
- Realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema;
- Verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

En las verificaciones se tendrán en cuenta los efectos del paso del tiempo (acciones químicas, físicas y biológicas; acciones variables repetidas) que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud al servicio, en concordancia con el periodo de servicio.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

### 2.2.1 Normativa

Las normativas vigentes de aplicación y recomendaciones seguidas en la elaboración del presente anejo son:

- Código Estructural.
- NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación
- CTE DB-SE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.
- CTE DB-SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones Edificación.

### 2.2.2 Programas de cálculo

Para el dimensionamiento de las estructuras se han utilizado los siguientes programas de cálculo:

- **CYPE 3D.** Programa de diseño de estructuras tridimensionales de barras, incluyendo la cimentación y el sistema de arriostramiento frente a acciones horizontales. Diseño de uniones y placas de anclaje para estructura metálica.

### 2.2.3 Estados Límite

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura Cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

#### 2.2.3.1 *Estados Límite de Servicio (ELS)*

Se incluyen bajo la denominación de estados límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos predefinidos de funcionalidad, confort, durabilidad o aspecto de la estructura.

Se consideran los siguientes:

- **E.L.S. de deformaciones** que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño a elementos no estructurales.

Se considera que las deformaciones no deben afectar a la apariencia o funcionalidad de la obra. Las flechas límites establecidas en para el presente proyecto de ejecución son las siguientes:

- o **Elementos estructurales horizontales tipo vigas y forjados** (según artículo 4.3.3.1 del CTE DB-SE):
  - Para garantizar la integridad de elementos constructivos: bajo cualquier combinación de acciones características, considerando sólo las deformaciones

que se producen después de la puesta en obra del elemento susceptible de sufrir daños, se admiten flechas máximas de:

- L/400 para pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- L/300 para otros casos.
- Para garantizar el confort de los usuarios: se considera un límite admisible de L/350 bajo cualquier combinación de acciones características, considerando sólo las acciones de corta duración.
- Para garantizar la apariencia de la obra: se considera un límite admisible de L/300 bajo cualquier combinación de acciones casi permanente.

#### 2.2.3.2 *Estados Límite de Último (ELU)*

La denominación de estados límite últimos engloba todos aquellos correspondientes a una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella, poniendo en peligro la seguridad de las personas.

Los estados límites últimos que se deben considerar son los siguientes:

- **E.L.U. de pérdida de equilibrio**, por falta de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.
- **E.L.U. de agotamiento** frente a sollicitaciones normales, frente a cortante, torsión y flexión. Se estudian a nivel de sección del elemento estructural.

El desarrollo de los cálculos se ha efectuado mediante la ayuda de programas de cálculo por ordenador, complementados con comprobaciones manuales de tipo aproximado, que garantizan la correspondencia entre el cálculo y la realidad.

#### 2.2.4 Valores característicos de las acciones

El análisis estructural se realiza mediante modelos en los que intervienen las denominadas variables básicas, que representan cantidades físicas que caracterizan las acciones, influencias ambientales, propiedades de materiales y del terreno, datos geométricos, etc. Si la incertidumbre asociada con una variable básica es importante, se considerará como variable aleatoria.

##### 2.2.4.1 *Acciones permanentes*

Se consideran acciones permanentes aquellas acciones que actúan en todo instante, con posición y valor constantes (pesos propios).

#### 2.2.4.1.1 Peso propio

El peso propio de la estructura corresponde generalmente a elementos de hormigón armado, calculados a partir de sus secciones brutas y multiplicadas por 78,5 kN/m<sup>3</sup> (peso específico del acero).

#### 2.2.4.1.2 Cargas muertas

Las cargas muertas son las debidas a los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura.

- Tramex 0,40 kN/m<sup>2</sup>
- Barandillas 2,00 kN/m

#### 2.2.4.2 Acciones variables

Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura: uso y acciones climáticas.

##### 2.2.4.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre las estructuras por razón de su uso. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona de ésta, como valores característicos se adoptan los siguientes valores:

- Pasarela de inspección 2,00 kN/m<sup>2</sup>

##### 2.2.4.2.2 Acciones climáticas

No proceden al encontrarse la estructura dentro del edificio de cocheras.

#### 2.2.4.3 Acciones accidentales

Se aplica la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, aprobada en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Esta Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos.

Se incluyen a continuación todos los parámetros correspondientes:

- Clasificación de la construcción: Construcción de importancia normal (aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos)
- Aceleración Sísmica Básica ( $a_b$ ): 0,07 g (siendo g la aceleración de la gravedad)

- Coeficiente de Contribución (K): 1,10
- Coeficiente adimensional riesgo ( $\rho$ ): 1,00 (Construcción importancia normal)
- Coeficiente de tipo de terreno (C): 1,426 (según cálculos justificativo en anejo geotécnico)

Para las aceleraciones de cálculo a considerar, se comprueba que los esfuerzos obtenidos en las hipótesis sísmicas (acciones mayoradas con coeficientes unitarios), son inferiores que los obtenidos en las combinaciones últimas de cálculo (acciones mayoradas con coeficientes de mayoración de 1,35 y 1,50).

#### 2.2.5 Valores representativos

Las acciones se definen, en su magnitud, por sus valores representativos. Una misma acción puede tener un único o varios valores representativos, según se indica a continuación, en función del tipo de acción.

##### 2.2.5.1 Acciones permanentes

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico  $G_k$ .

##### 2.2.5.2 Acciones variables

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

- Valor característico  $Q_k$ : valor de la acción cuando actúa aisladamente.
- Valor de combinación  $\Psi_0 Q_k$ : valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente  $\Psi_1 Q_k$ : valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.
- Valor casi permanente  $\Psi_2 Q_k$ : valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la estructura.

##### 2.2.5.3 Acción accidental sísmica

Para las acciones accidentales se considera un único valor representativo coincidente con el valor característico  $A_k$ .

### 2.2.6 Valores de cálculo de las acciones

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad  $\gamma$ , a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

#### 2.2.6.1 Estados Límite últimos (ELU)

Para los coeficientes parciales de seguridad  $\gamma$  se tomarán los siguientes valores básicos:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

#### 2.2.6.2 Estados Límite de Servicio (ELS)

Para los coeficientes parciales de seguridad  $\gamma$  se tomarán los siguientes valores básicos:

En este caso los coeficientes parciales de seguridad  $\gamma$  toman los siguientes valores:

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

### 2.2.7 Combinación de acciones

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

#### 2.2.7.1 Estados Límite últimos (ELU)

##### - Situaciones persistentes y transitorias

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{K,1} + \sum_{l > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{O,i} Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$  = valor representativo de cada acción permanente.

$G^*_{k,i}$  = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.

$Q_{k,1}$  = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.

$\psi_{O,i} \cdot Q_{k,i}$  = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

##### - Situación extraordinaria

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + A_d + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{K,1} + \sum_{l > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

donde:

$A_d$  = una acción accidental cualquier, en valor de cálculo, debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.

$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$  = una acción variable en valor de cálculo frecuente, debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.

$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$  = el resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente.

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ( $\gamma_G$  y  $\gamma_Q$ ), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

##### - Situaciones accidentales con sismo

La combinación de las distintas acciones se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{i \geq 1} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} G_{k,j}^* + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_A \cdot A_k$$

donde:

$G_{k,i}, G_{k,j}^*$  = valores representativos.

$\psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}$  = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

$A_k$  = valor característico de la acción sísmica.

### 2.2.7.2 Estados Límite de Servicio (ELS)

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones son:

- Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación casi-permanente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

### 2.2.8 Características de los materiales

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

#### 2.2.8.1 Materiales

En general, los materiales empleados en el proyecto son:

- Acero laminado: S-275-JR.
- Pernos de anclaje: B 500 SD

#### 2.2.8.2 Coeficientes de minoración

Se consideran los coeficientes de minoración establecidos en el Código Estructural para las estructuras de acero.

#### 2.2.8.3 Control de calidad

El control de calidad de los elementos abarca el control de materiales y el control de la ejecución.

##### - Control de materiales

El control de la calidad del acero se efectuará según lo establecido en el Código Estructural.

El fin del control es verificar que las obras terminadas tienen las características de calidad especificadas en el proyecto, que son las generales del Código Estructural. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

##### - Control de la ejecución

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en el Código Estructural.

Existen diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptado para la elaboración del proyecto. Los niveles de control establecidos son:

Acero:	Todos los casos:	Normal
Ejecución:	Todos los casos:	Normal

Corresponde a la Dirección de Obra la responsabilidad de la realización de los controles anteriormente definidos.

### 2.3. PLATAFORMA

La nueva plataforma se ubica entre los pilares P2 y P10 del edificio de cocheras, con una longitud aproximada de 43,5 m.

Se trata de una plataforma en voladizo, anclada a los pilares de hormigón existentes. Se ha analizado la armadura de dichos pilares de hormigón, llegando a la conclusión de que es preferible la unión de las vigas metálicas por las caras delantera y trasera de los pilares, puesto que son las caras que cuentan con menos armadura, reduciéndose de esta forma la probabilidad de encontrar alguna barra de armado durante las perforaciones necesarias para albergar los nuevos pernos de anclaje.

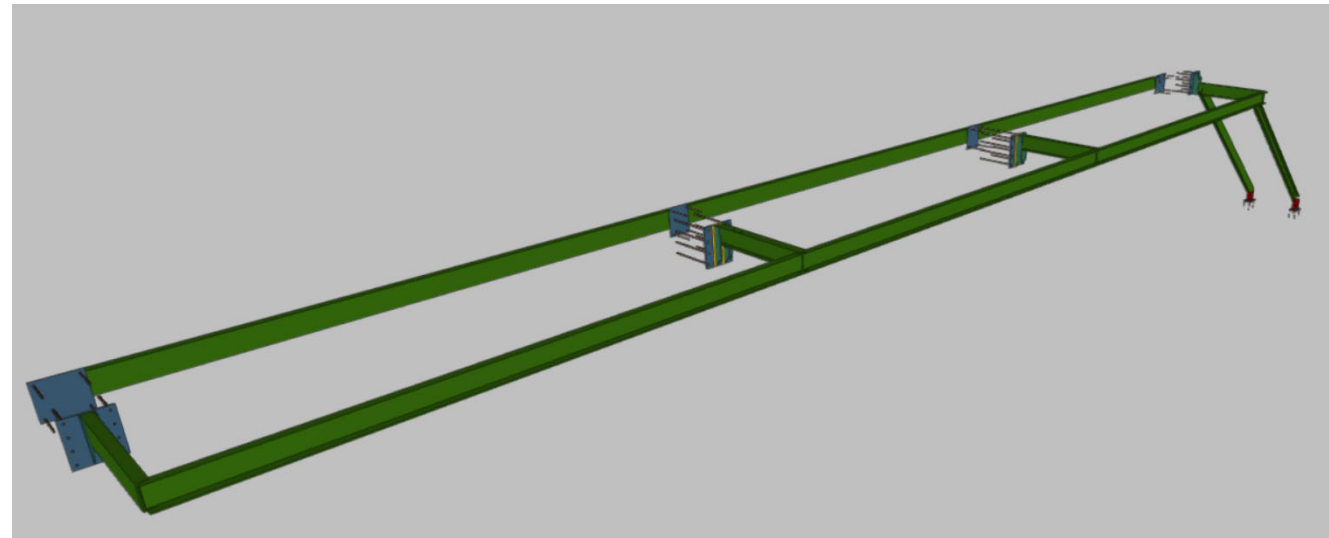


La longitud máxima del voladizo es de 1,25 m (aunque dicha longitud deberá ajustarse en obra a las necesidades exactas para el acceso al techo de los vagones. El ancho total de la plataforma es de aproximadamente 1,9 m.

La plataforma se ubica 2,5 m por encima de la solera de planta baja del edificio de cocheras y el acceso se realiza a través de una escalera también metálica.

2.3.1 Modelo de cálculo utilizado

Se incluye imagen del modelo de cálculo utilizado para el diseño de la estructura en el software CYPE3D:



2.3.2 Acciones

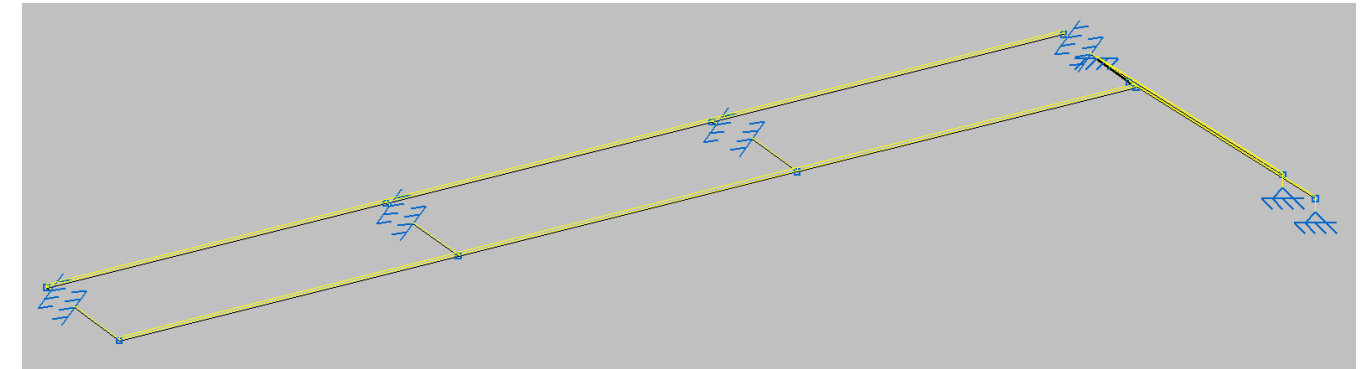
• **Acciones Permanentes**

○ **Peso Propio**

El valor característico del peso de los elementos estructurales de hormigón se determinará tomando como peso específico del mencionado material:  $78,50 \text{ kN/m}^3$

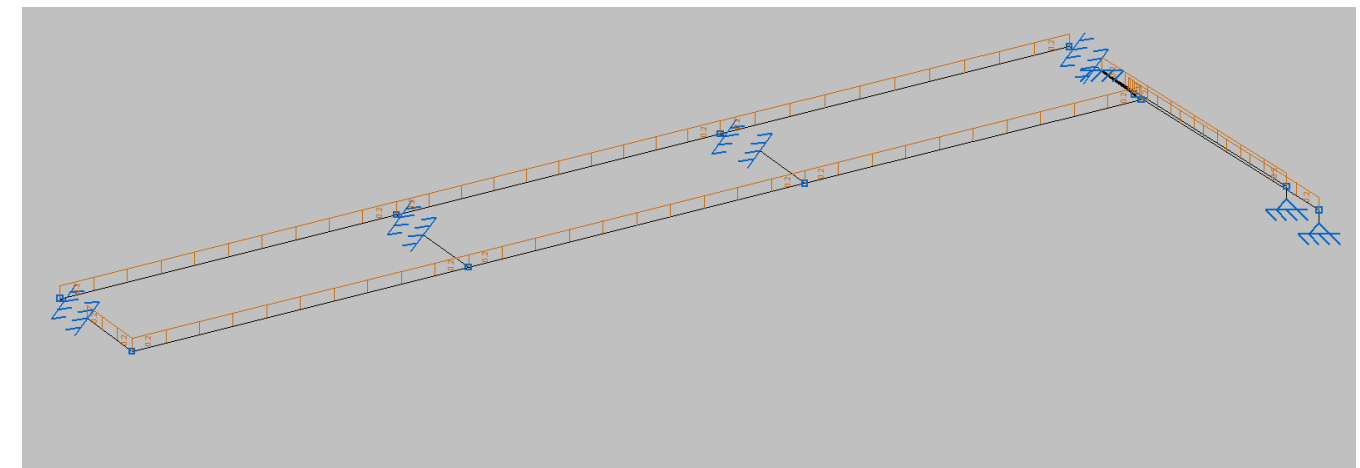
○ **Cargas muertas**

Tramex  $0,40 \text{ kN/m}^2$



Barandillas

2,00 kN/m

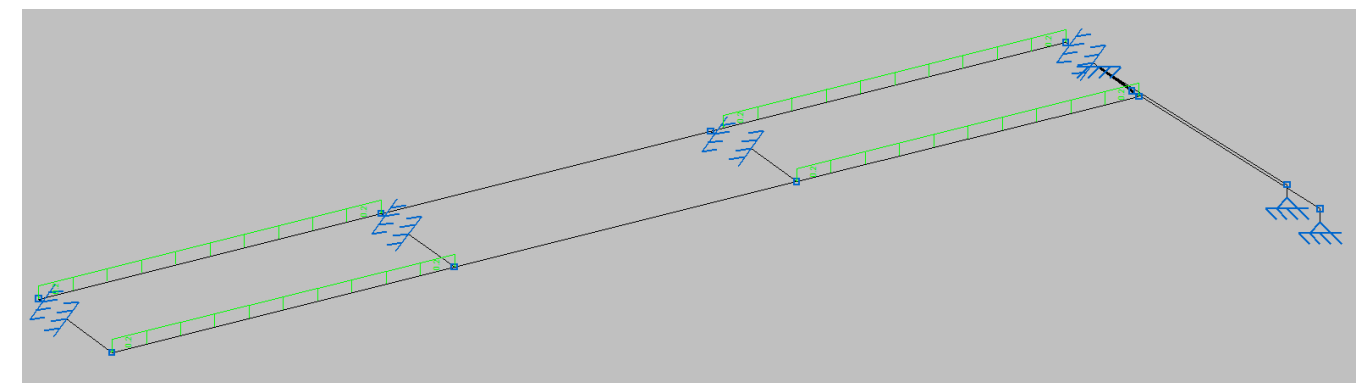


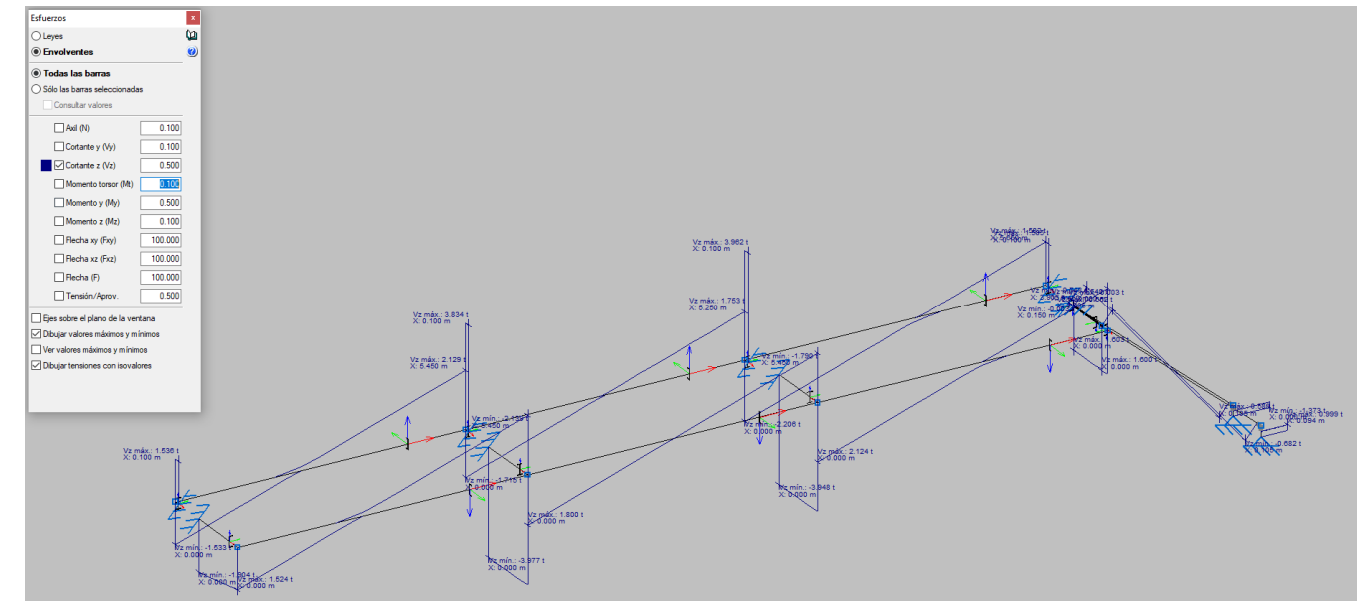
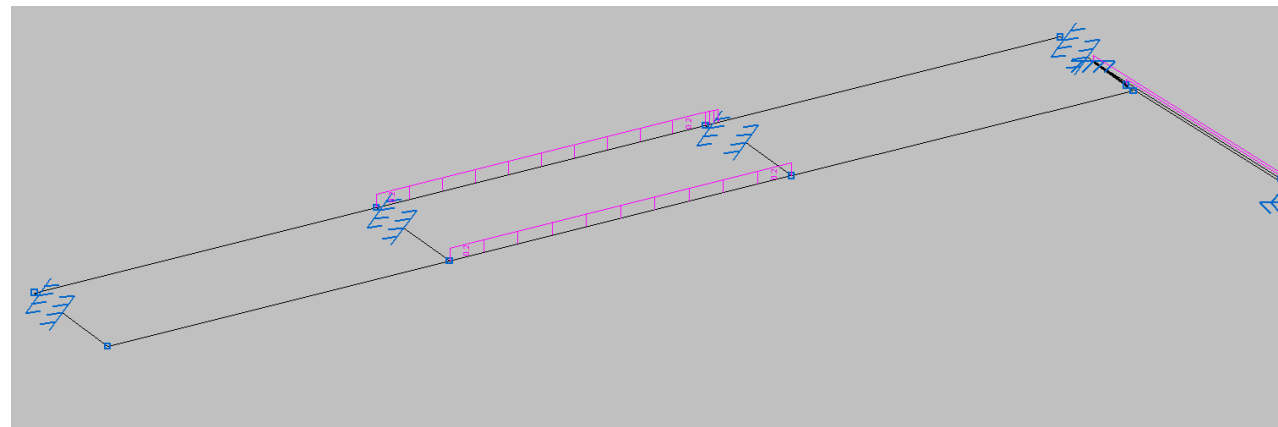
• **Acciones Variables**

○ **Sobrecarga de uso**

Plataforma

2,00 kN/m²



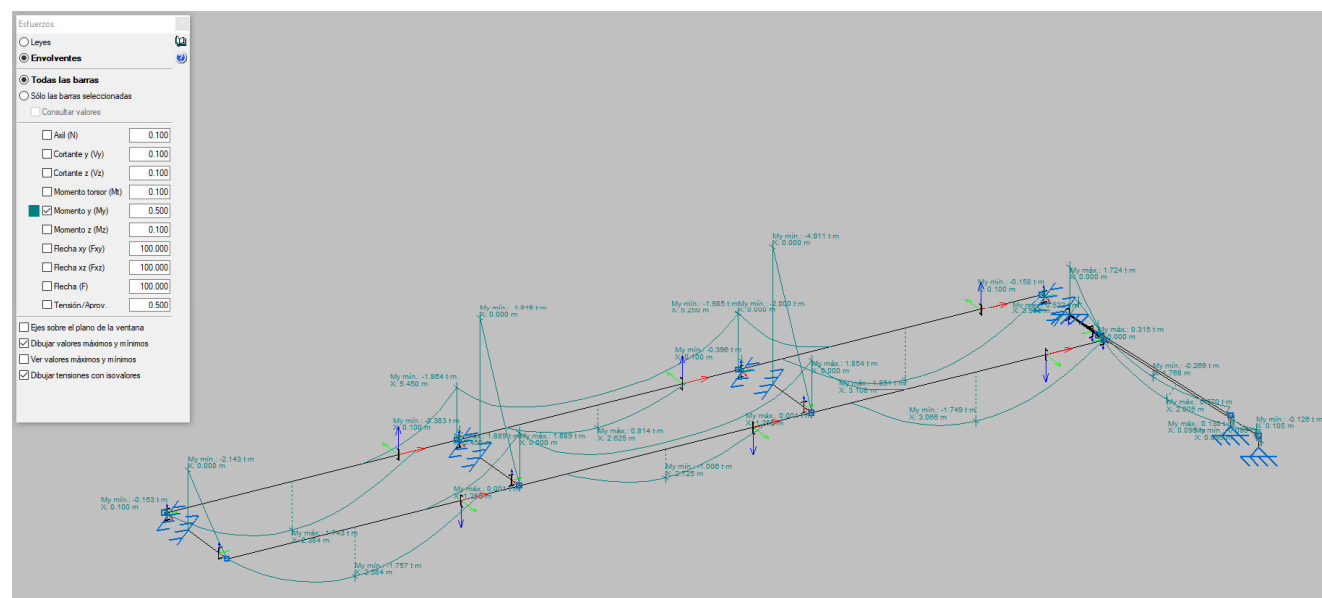


### 2.3.2.1 Listados de cálculo

Se incluyen a continuación los diagramas de esfuerzos de la estructura.

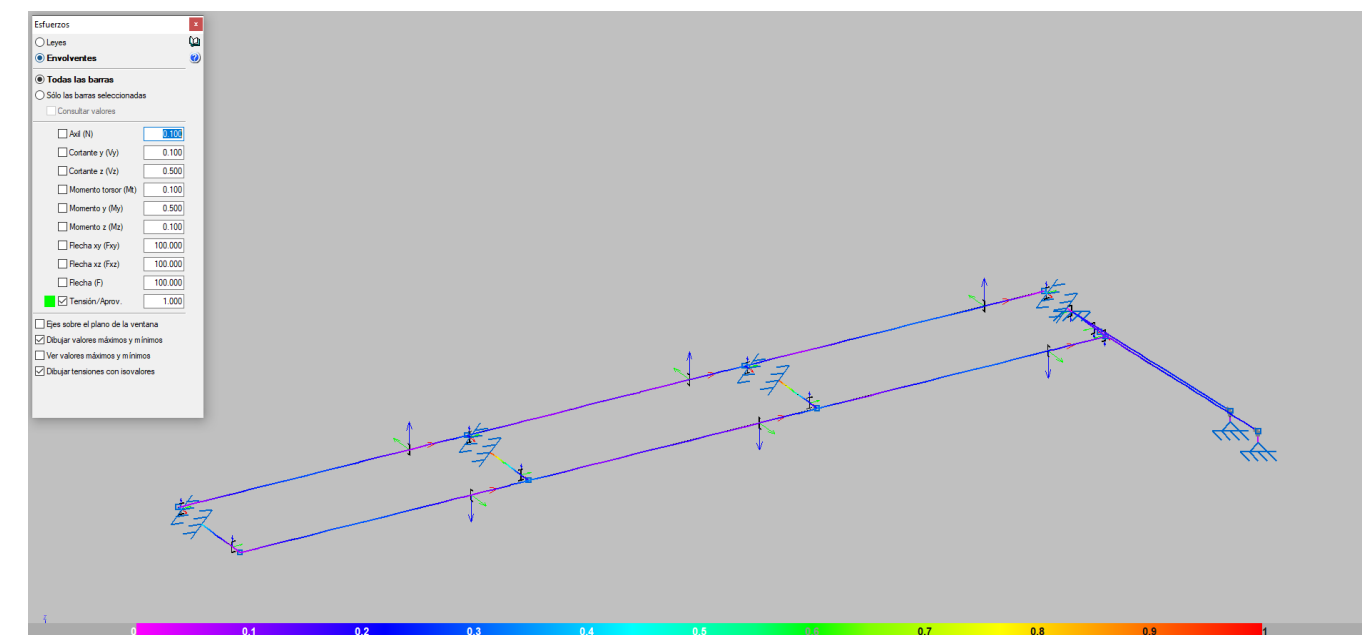
Los listados de cálculo de entrada y salida de datos en el software CYPE3D quedan recogidos en el apéndice 1.

- Momentos flectores:

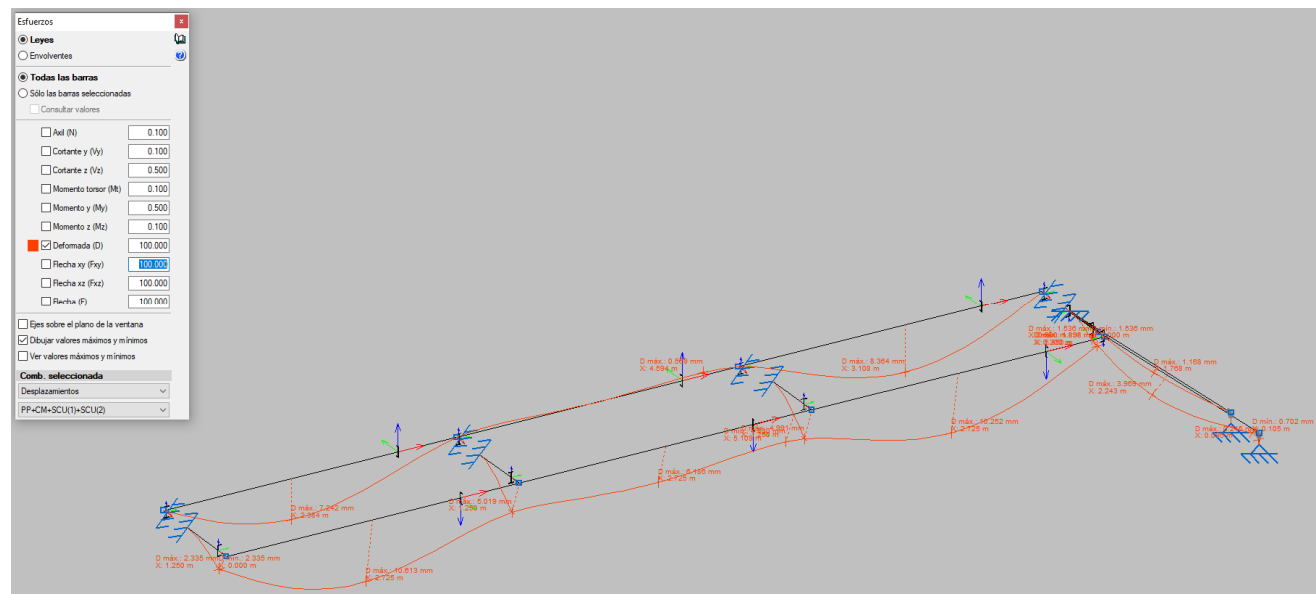


- Esfuerzos cortantes:

- Tensiones:



- Deformaciones:



## 2.4. ESTRUCTURA EXISTENTE

En los cálculos realizados se obtiene que las reacciones máximas (mayoradas) en los nudos de empotramiento de la nueva estructura metálica en los pilares de hormigón son las siguientes:

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.009	0.072	0.783	0.002	-2.431	0.065
		Valor máximo de la envolvente	<b>0.021</b>	0.174	2.170	0.008	-0.804	0.157
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.003	0.093	1.616	-0.002	<b>-5.596</b>	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.225	<b>4.500</b>	0.001	-2.002	0.175
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.001	0.092	1.604	-0.001	-5.556	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.220	4.468	0.002	-1.987	0.174
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
N10	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.018	0.933	0.644	0.278	-1.961	0.126
		Valor máximo de la envolvente	-0.007	<b>2.101</b>	1.634	<b>0.616</b>	-0.768	<b>0.303</b>
N17	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.546	-0.026	0.155	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.337	0.005	0.433	0.000
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.598	-0.004	0.160	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.482	0.028	0.448	0.000
N19	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.510	0.010	0.051	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.733	0.046	0.173	0.000
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.537	-0.051	0.054	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.789	-0.011	0.179	0.000
N21	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.579	1.017	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.715	2.244	0.000	0.000	0.000

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N22	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.142	0.886	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.001	-0.476	2.033	0.000	0.000	0.000

Disponemos de los listados de cálculo del edificio donde se ubica la nueva plataforma de inspección, pertenecientes al proyecto "MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO DE COCHERA EN EL PRADO DE SAN SEBASTIÁN PARA LA LINEA DE METRO LIGERO EN SUPERFICIE DEL CENTRO DE SEVILLA".

De estos listados se extraen los armados y los esfuerzos de dimensionamiento de los pilares P2 a P10:

### 2. Armado de pilares y pantallas

#### 2.1 Pilares

Pl: nº de planta

Tramo: nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Armaduras : Primer sumando -> armadura de esquina (perfil si es pilar metálico)

Segundo sumando -> armadura de cara X.

Tercer sumando -> armadura de cara Y.

Estribos : Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto.

Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo

del cuadro de pilares. La separación está indicada en centímetros (cm).

Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.

H : Altura del tramo de pilar sin arriostramiento.

Hpx : Altura del tramo de pilar de pandeo en dirección X.

Hpy : Altura del tramo de pilar de pandeo en dirección Y.

Pésimos : Esfuerzos pésimos, correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones.

Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.

Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones.

Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

Nota: Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

El sistema de unidades utilizado es

N: Tn Mx,My: Tn·m

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	Pésimos			Referencia		
										N	Mx	My	N	Mx	My
P1	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø20+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	35.11	3.33	21.90	35.11	3.33	21.90
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 4Ø20+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	79.76	4.27	23.16	79.76	4.27	23.16
	3	0.45x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 4Ø20+4Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	139.67	3.87	44.22	139.67	3.87	44.22
	2	0.45x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+2Ø16	Ø8c/20		7.30	7.30	7.30	140.70	12.25	55.23	140.70	2.11	40.89
P2	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 6Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	56.86	0.00	32.34	56.86	0.00	32.34
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	128.82	2.45	34.10	128.82	2.45	34.10
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 4Ø25+2Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	224.19	0.00	72.23	224.19	0.00	72.23
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 4Ø25+2Ø16	Ø8c/20		7.30	7.30	7.30	224.19	0.00	72.23	224.19	0.00	72.23

Nombre Obra: Edif Insp version 1.9 - Plantas Reales  
Solución - Pilares Hormigón - Jácena Hormigón

Fecha: 20/12/07

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	Pésimos			Referencia		
										N	Mx	My	N	Mx	My
P3	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 4Ø25+2Ø16	Ø8c/20		7.30	7.30	7.30	214.73	27.17	67.63	214.73	11.41	47.70
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	57.33	0.00	32.57	57.33	0.00	32.57
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	129.37	2.69	33.82	129.37	2.69	33.82
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø25	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	224.67	0.00	72.27	224.67	0.00	72.27
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	224.67	0.00	72.27	224.67	0.00	72.27
P4	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	297.95	37.38	46.34	297.95	15.30	24.82
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.33	0.00	33.41	58.33	0.00	33.41
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	137.10	0.00	36.23	137.10	0.00	36.23
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø25	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	226.27	0.00	72.63	226.27	0.00	72.63
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	226.27	0.00	72.63	226.27	0.00	72.63
P5	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	299.06	37.72	46.27	299.06	15.51	24.70
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.32	0.00	33.31	58.32	0.00	33.31
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	130.62	2.69	34.03	130.62	2.69	34.03
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø25	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	226.17	0.00	72.63	226.17	0.00	72.63
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	226.17	0.00	72.63	226.17	0.00	72.63
P6	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	299.25	37.45	46.07	299.25	15.28	24.51
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.29	0.00	33.25	58.29	0.00	33.25
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	137.05	0.00	36.23	137.05	0.00	36.23
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø25	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	226.21	0.00	72.74	226.21	0.00	72.74
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	226.21	0.00	72.74	226.21	0.00	72.74
P7	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	298.81	37.71	45.81	298.81	15.51	24.31
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.28	0.00	32.86	58.28	0.00	32.86
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	130.11	2.69	33.50	130.11	2.69	33.50
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	225.50	0.00	72.44	225.50	0.00	72.44
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	225.50	0.00	72.44	225.50	0.00	72.44
P8	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	298.40	37.38	45.48	298.40	15.27	24.04
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.26	0.00	32.75	58.26	0.00	32.75
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	136.44	0.00	35.56	136.44	0.00	35.56
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	225.42	0.00	72.43	225.42	0.00	72.43
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	225.42	0.00	72.43	225.42	0.00	72.43
P9	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	297.72	37.64	45.15	297.72	15.51	23.79
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 4Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.23	0.00	33.00	58.23	0.00	33.00
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+6Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	130.51	2.70	34.09	130.51	2.70	34.09
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+6Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	226.02	0.00	72.82	226.02	0.00	72.82
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	226.02	0.00	72.82	226.02	0.00	72.82
P10	1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 2Ø20+6Ø25	Ø8c/30		7.30	7.30	7.30	216.12	28.13	68.18	216.12	11.23	49.55
	5	0.40x0.40	15.50/18.40	4Ø25+ 6Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	58.21	0.00	32.85	58.21	0.00	32.85
	4	0.40x0.40	11.80/14.70	4Ø25+ 6Ø25+4Ø20	Ø8c/28		2.90	2.90	2.90	130.45	2.49	34.06	130.45	2.49	34.06
	3	0.55x0.60	8.10/11.00	4Ø25+ 6Ø20+4Ø20	Ø8c/30		2.90	2.90	2.90	225.82	0.00	72.78	225.82	0.00	72.78
	2	0.55x0.60	4.40/7.30	4Ø25+ 4Ø25+2Ø16	Ø8c/20		7.30	7.30	7.30	225.82	0.00	72.78	225.82	0.00	72.78
1	0.55x0.60	0.00/4.40	4Ø25+ 4Ø25+2Ø16	Ø8c/20		7.30	7.30	7.30	224.60	27.82	79.36	224.60	11.46	58.23	

VERIFICACIÓN PIVOTE Ø460.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:

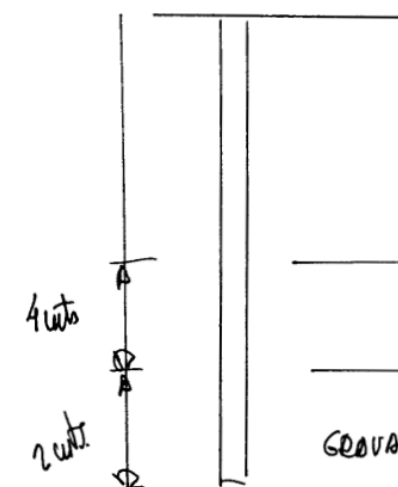
Ø 460.

$A = 0,166 \text{ m}^2$

$J = 0,002196 \text{ m}^4$

Topo estructural:

$J = 40 \text{ kg/cm}^2$        $T_e = 0,166 \times 400 = 66,4 \text{ Tm}$

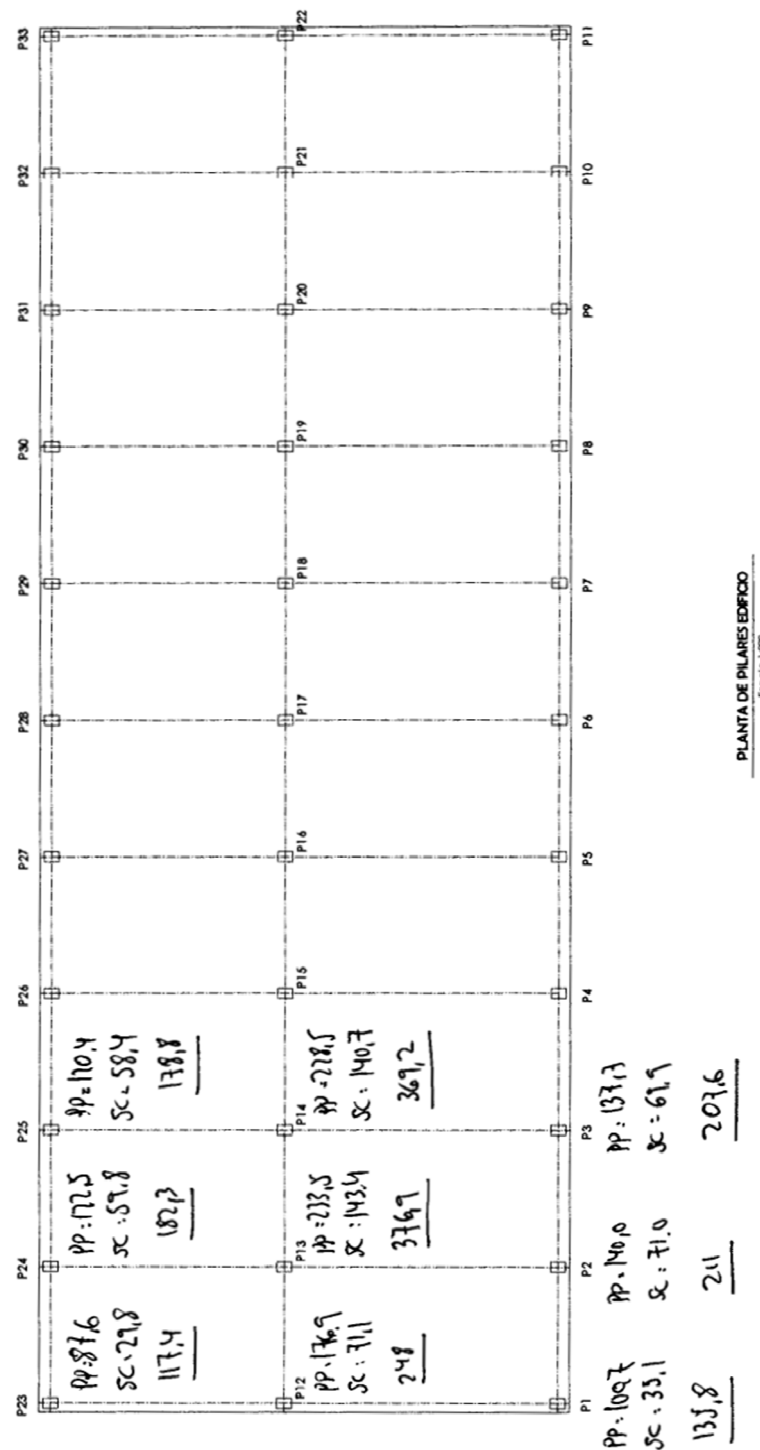


$q_p = \frac{900 \text{ Tm/cm}^2}{3} = 300 \text{ Tm/cm}^2$

$q_f = 10 \text{ Tm/cm}^2 / 2 = 5 \text{ Tm/cm}^2$

Así como el dimensionado de los elementos de cimentación:

$Q_{\text{oblu}} = 0,16 \times 300 + 0,16 \times 3,14 \times 57,16^2 \times 2 \text{ wts} + 0,16 \times 3,14 \times 1,5 \text{ Tm/cm}^2 \times 4 = 5,1 + 14,4 + 8,7 = 28,2 \text{ Tm}$

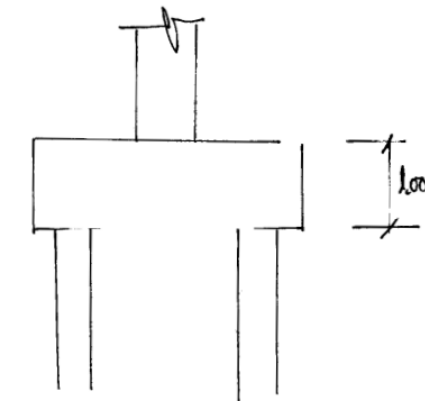
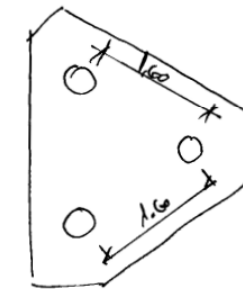


GRUPO PILARES 1 A 10.

$$N_{okw} = 65 \text{ Tn.}$$

$$N_{total} \approx 210 + 50 = 260 \text{ Tn.}$$

$$N_{d\text{plata}} \approx \frac{260}{3} \times 1,55 \times 1,18 \approx 155 \text{ Tn.}$$



$$T_d = 0,68 \frac{N_d}{d} (0,58 \cdot l - 0,25 a) =$$

$$= 0,68 \frac{155}{0,90} (0,58 \cdot 1,60 - 0,25 \times 0,40) = 96,9 \approx 97 \text{ Tn.}$$

$$d = 0,90 \text{ wts.}$$

$$A_g \geq \frac{97}{40} = 24,3 \text{ cm}^2 \Rightarrow \begin{matrix} 8\phi 20 \\ 12\phi 16. \end{matrix}$$

Comprobamos que los esfuerzos generados por la nueva estructura suponen un incremento máximo de los esfuerzos de dimensionamiento de los pilares (plantas 1 y 2) del orden de un 2% para la carga axial y un 2,5-6% para los momentos flectores. Por tanto, la inclusión de la nueva plataforma no supone un riesgo para la resistencia y estabilidad del edificio ni de su cimentación.

### 3. INSTALACIONES

#### 3.1. ELECTRICIDAD

##### 3.1.1 Descripción de la instalación.

La instalación objeto de esta memoria consta de la alimentación de cuatro cajas de tomas de corriente de:

- La toma de enchufe trifásica 400 V de 32 A
- Una toma de enchufe trifásica 400 V de 16 A
- Cuatro tomas de enchufe monofásica 230 V de 16 A.

La toma trifásica de 32 A viene protegida por un interruptor magnetotérmico de 32 A, la toma trifásica de 16 A viene protegida con un interruptor magnetotérmico de 16 A, y las cuatro tomas monofásicas están protegida con dos interruptores magnetotérmicos de 16 A para cada dos tomas.

Dicha caja de tomas de corriente o cuadro está protegida contra contactos indirectos por medio de un interruptor diferencial de 40 A con sensibilidad de 30 mA.

La potencia instalada máxima es de 20 kW por caja con tensión trifásica 400 V 50 Hz y considerando un factor de potencia de 0.9.

Estos cuatro cuadros o cajas estará alimentado por medio de líneas individuales trifásicas de 6 mm<sup>2</sup> de sección y protegida con un interruptor magnetotérmico de 25 A. que demandará una potencia de utilización de 15 Kw, por cuadro, es decir, un 75% de coeficiente de simultaneidad de la potencia máxima instalada. Dicha apartamenta estará alojada en un cuadro secundario y protegida mediante un interruptor magnetotérmico general de 100 A para una potencia total de 60 kW. y de la que su alimentación estará acometida desde un cuadro general de baja tensión ubicado en el mismo edificio existente.

Dichas líneas irán canalizadas con bandeja de rejilla de 60x100 se sección.

Circuito	Descripción	Tensión	Potencia de Cálculo Kw
Acometida Alimentación	Alimentación a cuadro secundario	400	62
CT0.1	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15
CT0.2	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15
CT0.3	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15
CT0.4	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15

##### Sistema de puesta a tierra.

La conexión a tierra de los cables de protección ira unida a los puntos o puente de conexión de tomas de tierra existen de en el edificio.

##### 3.1.2 Cálculos

Fórmulas, Intensidad de empleo (Ib); caída de tensión (dV)

Línea Trifásica equilibrada

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(j) \cdot r) \quad dV = I \cdot (R \cdot \cos(j) + X \cdot \sin(j))$$

Línea Monofásica

$$I = P / (U \cdot \cos(j) \cdot r) \quad dV = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos(j) + X \cdot \sin(j))$$

En donde:

P = Potencia activa en vatios (w)

U = Tensión de servicio en voltios (V), fase\_fase o fase\_neutro

I = Intensidad en amperios (A)

dV = Caída de tensión simple(V)

Cosj = Coseno de fi, factor de potencia

r = Rendimiento (eficiencia para líneas motor)

R = Resistencia eléctrica conductor (W)

$X$  = Reactancia eléctrica conductor (W)

Sistema eléctrico en general (desequilibrado o equilibrado)

$$SR = PR + QR \quad |SR| = \sqrt{(PR^2 + QR^2)}$$

$$IR = SR^*/VR \cdot IN = IR + IS + IT$$

Siendo,

$SR$  = Potencia compleja fasor R;  $SR^*$  = Conjugado;  $|SR|$  = Potencia aparente (VA)

$IR$  = Intensidad fasorial R

$VR$  = Tensión fasorial R, (RN origen de fasores de tensión en 3F+N, RS en 3F)

$IN$  = Intensidad fasorial Neutro

Igual resto de fases

cdt Fase\_Neutro

$$dVR = ZR \cdot IR + ZN \cdot IN \quad dVR1\_2 = |VR1| - |VR2|$$

cdt Fase\_Fase

$$dVRS = ZR \cdot IR - ZS \cdot IS \quad dVRS1\_2 = |VRS1| - |VRS2|$$

Igual resto de fases

Siendo,

$dVR$  = Caída de tensión compleja fase R\_neutro

$dVR1\_2$  = Caída de tensión genérica R\_neutro de 1 a 2 (V)

$dVRS$  = Caída de tensión compleja fase R\_fase S

$dVRS1\_2$  = Caída de tensión genérica R\_S de 1 a 2 (V)

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r20[1+a(T-20)]$$

$$T = T0 + [(Tmax-T0)(I/Imax)^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$r$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$r20$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu$  = 0.017241 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m

$Al$  = 0.028264 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m

$a$  = Coeficiente de temperatura:

$Cu$  = 0.003929

$Al$  = 0.004032

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$Tmax$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$Imax$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$I2 \leq 1,45 Iz$$

Donde:

$Ib$ : intensidad utilizada en el circuito.

$Iz$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$In$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $In$  es la

intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma

igual:

- A la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- A la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2+ Q^2}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$w = 2 \times \pi \times f$  ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000 (\mu F)$ .

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct \ U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct \ U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct \ U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: R1 + R2 + .....+ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: X1 + X2 + ..... + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I<sub>k3</sub>: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I<sub>k2</sub>: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I<sub>k1</sub>: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según I<sub>kmax</sub> o I<sub>kmin</sub>), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct \ U^2 / S_{cc} \quad XQ = 0.995 \ ZQ \quad RQ = 0.1 \ XQ \quad \text{UNE\_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = r \ L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

r: Resistividad conductor, (I<sub>kmax</sub> se evalúa a 20°C, I<sub>kmin</sub> a la temperatura final de cc según condiciones generales



de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

\* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_x \cdot n)$$

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

s<sub>max</sub>: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

I<sub>pcc</sub>: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W<sub>x</sub>: Módulo resistente por pletina eje x-x (cm<sup>3</sup>)

W<sub>y</sub>: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

s<sub>adm</sub>: Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \dot{O}t_{cc})$$

Siendo,

I<sub>pcc</sub>: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I<sub>cccs</sub>: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

t<sub>cc</sub>: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K<sub>c</sub>: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas L<sub>máx</sub>

$$L_{máx} = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k_1 / (1.5 \cdot r_{20} \cdot (1+m) \cdot I_a \cdot k_2)$$

L<sub>máx</sub> = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente

máxima.

U = Tensión (V), U<sub>ff</sub>/Ö3 en sistemas TN e IT con neutro distribuido, U<sub>ff</sub> en IT con neutro NO distribuido.

S: Sección (mm<sup>2</sup>), S<sub>fase</sub> en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, S<sub>neutro</sub> en sistemas IT con neutro

distribuido.

k<sub>1</sub> = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm<sup>2</sup>, 0.9 S=120mm<sup>2</sup>, 0.85 S=150mm<sup>2</sup>, 0.8 S=185mm<sup>2</sup>,

0.75 S>=240mm<sup>2</sup>.

r<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm<sup>2</sup>/m

m = S<sub>fase</sub>/S<sub>neutro</sub> sistema TN\_C, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema TN\_S, S<sub>neutro</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro

distribuido, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro NO distribuido.

I<sub>a</sub>: Fusibles, IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, I<sub>mag</sub> (A):

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D IMAG = 20 In

$k_2 = 1$  sistemas TN, 2 sistemas IT.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$P$ : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L$ : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

$L_c$ : Longitud total del conductor (m)

$L_p$ : Longitud total de las picas (m)

$P$ : Perímetro de las placas (m)

Cálculos.

Cuadro Secundario					
Circuito	Descripción	Tensión	Potencia de Cálculo Kw	Longitud m	Sección de Cable mm <sup>2</sup>
CT0.1	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15	46	6
CT0.2	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15	57	6
CT0.3	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15	68	6
CT0.4	Cuadros tomas trifásicas y monofásicas	400	15	79	6

Cálculos AV e I <sub>max</sub>					
I Max (A)	Caída de Tensión parcial	Caída de Tensión total	Tipo Instalación	I <sub>max</sub> Admisible	Canalización
24,06	1,58	1,59	E	36,75	Bandeja 60x100
24,06	1,96	1,97	E	36,75	Bandeja 60x100
24,06	2,34	2,35	E	36,75	Bandeja 60x100
24,06	2,71	2,72	E	36,75	Bandeja 60x100

Cálculo de Cortocircuito			
Icc Max kA	Poder de corte Interruptor kA	Icc Min kA	Curba
11,2	15	1,74	C
11,2	15	1,58	C
11,2	15	1,93	C
11,2	15	1,34	C

### 3.2. AIRE COMPRIMIDO

Se ha proyectado dotar a la nueva pasarela de inspección en el edificio de cocheras de tomas para el suministro de aire comprimido para los equipos neumáticos empleados en los trabajos de mantenimiento. Se ha previsto disponer de tomas en uno de cada dos pilares de hormigón por los que discurre la nueva plataforma.

Para ello se amplía la red existente en la nave taller mediante la ejecución de un nuevo anillo que conecta a la red existente en dos puntos, la ampliación se ha previsto del mismo diámetro y material de la red existente.

Este anillo se ejecutará en tubería de acero inoxidable AISI-316 de DN 54 con uniones del tipo Pressfit, las tuberías se montarán con pendiente del 2% hasta un punto bajo que se ubicará en el punto medio de la nueva pasarela. Desde el anillo se ejecutarán las bajadas a cada una de las tomas, que se ubican a 1 m del suelo, mediante tubería de acero inoxidable AISI-316 de DN 22 mm. Para cada bajada se ha previsto disponer de una válvula de corte y un conjunto de formado por regulador de presión, filtro y lubricador, así como una conexión mediante racord del tipo enchufe rápido.

En el punto bajo se ha previsto disponer de un punto de drenaje de la red mediante la instalación de un purgador automático y manual.

### 3.3. SISTEMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICO

Para dotar de la debida seguridad a la pasarela de inspección de techos se dispone en la instalación de un sistema de enclavamientos que consta de los siguientes elementos:

- Cuadro de fuerza y control dotado de autómatas y pantallas (HMI).
- Seccionador de corte en carga en cabecera de vía en jaula enclavado.

- Pantallas en cabecera y cola con HMI 42" para bloqueos.
- Cuadros con botoneras y llaves en puertas con pilotos de estado y balizas de seguridad.
- Puertas de plataforma enclavadas al sistema (c/cerraduras de seguridad).
- Barreras de bloqueo y control de puertas en cabecera de vía.
- Pértigas de puesta a tierra de catenaria en cajas codificadas para su alojamiento y control.
- Sensores ultrasónicos de detección de presencia/posición de los convoyes.
- Sensores/detectores de tensión en catenarias.
- Enclavamientos (Seta/Pértiga/Puertas/Llave)
- Bandejas y líneas de fuerza, alumbrado y control por el interior de la pasarela

Con este sistema se garantiza el acceso y operación segura, sin tensión en la catenaria, desde la nueva plataforma de inspección de techos.

Para dotar al sistema de una mayor facilidad en la explotación y el mantenimiento se ha dispuesto su interruptor-seccionador de alimentación de fuerza junto a los dos existentes en la nave de talleres, del mismo modo, el cuadro de control también se ubicará junto al existente. De manera que, aunque la plataforma de inspección de techos esté sobre la vía 3 (físicamente en otro lugar), estos elementos eléctricos y de seguridad se encuentren todos agrupados.

Sin embargo, las botoneras y paneles de visualización se ubicarán, junto al acceso a la nueva plataforma de inspección de techos, quedando enlazado dichos elementos por medio del necesario cableado de fuerza y control, tendido por la pared del cerramiento de la nave de talleres y soportado en la viga de las cocheras hasta alcanzar la nueva vía de revisión.

En el plano correspondiente **5.3.3** se muestra el trazado de dichas conexiones.

Sevilla, octubre de 2024

Por la Empresa Consultora, IDOM Consulting, Engineering, Architecture

TÉCNICO ESPECIALISTA CÁLCULO ESTRUCTURAS

Fdo.: María del Rocío Pajuelo Lissen  
 Ingeniero Industrial (IDOM) NC°4.776

**APÉNDICE 1. LISTADOS DE CÁLCULO DE LA PLATAFORMA**

## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1 NORMAS CONSIDERADAS

Aceros laminados y armados: Código Estructural

**Categoría de uso:** A. Zonas residenciales

### 1.2 ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

#### 1.2.1 Situaciones de proyecto

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

##### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

##### - Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

- $G_k$  Acción permanente
- $P_k$  Acción de pretensado
- $Q_k$  Acción variable
- $g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$  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. Acero laminado: Código Estructural**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

#### 1.2.2 Combinaciones

##### ■ Nombres de las hipótesis

- PP Peso propio
- CM CM
- SCU (1) SCU (1)
- SCU (2) SCU (2)

##### ■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	CM	SCU (1)	SCU (2)
1	0.800	0.800		
2	1.350	0.800		
3	0.800	1.350		
4	1.350	1.350		
5	0.800	0.800	1.500	
6	1.350	0.800	1.500	
7	0.800	1.350	1.500	
8	1.350	1.350	1.500	
9	0.800	0.800		1.500
10	1.350	0.800		1.500
11	0.800	1.350		1.500
12	1.350	1.350		1.500
13	0.800	0.800	1.500	1.500
14	1.350	0.800	1.500	1.500
15	0.800	1.350	1.500	1.500
16	1.350	1.350	1.500	1.500

### ■ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	SCU (1)	SCU (2)
1	1.000	1.000		
2	1.000	1.000	1.000	
3	1.000	1.000		1.000
4	1.000	1.000	1.000	1.000

## 2. ESTRUCTURA

### 2.1 GEOMETRÍA

#### 2.1.1 Nudos

Referencias:

$D_x, D_y, D_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$q_x, q_y, q_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
 Nota: En el cuadro de Nudos, los giros  $q_x, q_y, q_z$  se indican con  $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ .

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	1.250	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	5.450	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	1.250	5.450	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	1.250	10.900	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	10.900	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	1.250	16.350	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	16.350	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	1.050	16.350	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.150	16.350	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N11	0.150	19.350	-2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	1.050	19.350	-2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	-0.750	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	-0.750	10.700	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	-0.750	16.350	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N16	-0.750	5.450	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	-0.650	5.450	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	-0.650	10.700	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	-0.650	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	-0.650	16.350	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	0.150	19.350	-2.700	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N22	1.050	19.350	-2.700	X	X	X	-	-	-	Empotrado

#### 2.1.2 Barras

##### 2.1.2.1 Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	$f_y$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Notación:  
 E: Módulo de elasticidad  
 v: Módulo de Poisson  
 G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico  
 $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación  
 $\gamma$ : Peso específico

##### 2.1.2.2 Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	N1/N2	UPN-200 (UPN)	-	1.250	-	1.00	1.00	-	-
		N3/N4	N3/N4	IPE-200 (IPE)	-	1.250	-	1.00	1.00	-	-
		N2/N4	N2/N4	UPN-200 (UPN)	-	5.450	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N5	N4/N5	UPN-200 (UPN)	-	5.450	-	1.00	1.00	-	-
		N6/N5	N6/N5	IPE-200 (IPE)	-	1.250	-	1.00	1.00	-	-
		N5/N7	N5/N7	UPN-200 (UPN)	-	5.450	-	1.00	1.00	-	-
		N8/N10	N8/N7	UPN-200 (UPN)	-	0.150	-	1.00	1.00	-	-
		N10/N9	N8/N7	UPN-200 (UPN)	-	0.900	-	1.00	1.00	-	-
		N9/N7	N8/N7	UPN-200 (UPN)	-	0.200	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N12/N9	UPN-160 (UPN)	0.105	3.800	-	1.00	1.00	-	-
N11/N10	N11/N10	UPN-160 (UPN)	0.105	3.800	-	1.00	1.00	-	-		

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N13/N16	N13/N16	UPN-200 (UPN)	-	5.450	-	1.00	1.00	-	-
		N16/N14	N16/N14	UPN-200 (UPN)	-	5.250	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N15	N14/N15	UPN-200 (UPN)	-	5.650	-	1.00	1.00	-	-
		N16/N17	N16/N17	IPE-200 (IPE)	-	0.100	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N18	N14/N18	IPE-200 (IPE)	-	0.100	-	1.00	1.00	-	-
		N13/N19	N13/N19	IPE-200 (IPE)	-	0.100	-	1.00	1.00	-	-
		N15/N20	N15/N20	IPE-200 (IPE)	-	0.100	-	1.00	1.00	-	-
		N21/N11	N21/N11	UPN-160 (UPN)	-	0.095	0.105	1.00	1.00	-	-
		N22/N12	N22/N12	UPN-160 (UPN)	-	0.095	0.105	1.00	1.00	-	-

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sup>Sup.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sup>Inf.</sup>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 2.1.2.3 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N2/N4, N4/N5, N5/N7, N8/N7, N13/N16, N16/N14 y N14/N15
2	N3/N4, N6/N5, N16/N17, N14/N18, N13/N19 y N15/N20
3	N12/N9, N11/N10, N21/N11 y N22/N12

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	UPN-200, (UPN)	32.20	12.94	13.54	1910.00	148.00	12.60
		2	IPE-200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1940.00	142.00	6.67
		3	UPN-160, (UPN)	24.00	10.24	9.38	925.00	85.30	7.81

Notación:  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

## 2.2 CARGAS

### 2.2.1 Barras

#### Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: '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 trapeziales, 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: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	SCU (1)	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N5	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N5	Peso propio	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N5	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N5	SCU (2)	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N7	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N7	Peso propio	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N5/N7	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N7	SCU (1)	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N10	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N9	CM	Faja	0.200	-	0.750	0.900	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N7	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N7	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	SCU (2)	Uniforme	0.090	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	SCU (2)	Uniforme	0.090	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N16	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N16	Peso propio	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N16	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N16	SCU (1)	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Peso propio	Uniforme	0.040	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	SCU (2)	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Faja	0.040	-	0.000	0.200	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Faja	0.040	-	0.200	5.650	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	CM	Uniforme	0.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	SCU (1)	Faja	0.200	-	0.200	5.650	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	SCU (2)	Faja	0.200	-	0.000	0.200	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N19	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N20	Peso propio	Uniforme	0.022	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Nudos

#### 2.3.1.1 Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.  
 Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

##### 2.3.1.1.1. Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Peso propio	0.000	-0.166	-0.266	-0.740	0.295	-0.150
	CM	0.000	-0.709	-0.913	-2.234	1.000	-0.641
	SCU (1)	0.000	-0.273	-0.837	-2.675	0.939	-0.246
	SCU (2)	0.000	-0.167	0.086	0.405	-0.097	-0.151
N3	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Peso propio	0.000	-0.167	-0.695	0.163	0.752	-0.112
	CM	0.000	-0.714	-2.074	0.514	2.252	-0.480
	SCU (1)	0.000	-0.274	-1.041	1.939	1.131	-0.184
	SCU (2)	0.000	-0.168	-1.031	-1.442	1.120	-0.113
N5	Peso propio	0.000	-0.170	-0.691	-0.153	0.747	-0.119
	CM	0.000	-0.725	-2.057	-0.481	2.234	-0.509
	SCU (1)	0.000	-0.279	-1.026	-1.907	1.114	-0.195
	SCU (2)	0.000	-0.171	-1.033	1.436	1.121	-0.120
N6	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N7	Peso propio	0.000	-0.174	-0.178	0.744	0.221	-0.098
	CM	0.000	-0.741	-0.635	2.233	0.783	-0.414
	SCU (1)	0.000	-0.285	-0.473	2.720	0.604	-0.166
	SCU (2)	0.000	-0.175	-0.023	-0.439	0.020	-0.093
N8	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Peso propio	0.000	-0.151	-0.132	-0.220	0.214	-0.152
	CM	0.000	-0.644	-0.471	-1.390	0.760	-0.643
	SCU (1)	0.000	-0.246	-0.345	0.288	0.580	-0.256
	SCU (2)	0.000	-0.152	-0.020	-0.784	0.022	-0.147



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N10	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Peso propio	0.000	-0.014	0.000	0.076	0.000	0.000
	CM	0.000	-0.074	-0.002	0.411	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	-0.033	-0.001	0.185	0.000	0.000
N12	Peso propio	0.025	-0.053	0.000	0.269	0.124	-0.130
	CM	0.134	-0.301	-0.001	1.531	0.670	-0.621
	SCU (1)	-0.001	0.023	0.000	-0.105	-0.006	-0.112
	SCU (2)	0.060	-0.148	0.000	0.747	0.302	-0.215
N13	Peso propio	0.000	0.000	-0.002	-0.654	-0.002	0.000
	CM	0.000	0.000	-0.006	-2.003	-0.005	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	-0.007	-2.579	-0.006	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.001	0.576	0.001	0.000
N14	Peso propio	0.000	0.000	-0.006	-0.273	-0.005	0.000
	CM	0.000	0.000	-0.017	-0.837	-0.014	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	-0.008	-2.037	-0.007	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	-0.009	1.200	-0.007	0.000
N15	Peso propio	0.000	0.000	-0.002	0.728	-0.002	0.000
	CM	0.000	0.000	-0.006	2.231	-0.006	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	-0.007	2.811	-0.006	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.001	-0.580	0.001	0.000
N16	Peso propio	0.000	0.000	-0.005	0.244	-0.005	0.000
	CM	0.000	0.000	-0.016	0.747	-0.014	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	-0.008	1.939	-0.007	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	-0.008	-1.192	-0.007	0.000
N17	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N19	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N20	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N21	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.074	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.398	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.179	0.000	0.000
N22	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.267	0.124	-0.130
	CM	0.000	0.000	0.000	1.522	0.670	-0.621
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	-0.109	-0.006	-0.112
	SCU (2)	0.000	0.000	0.000	0.745	0.302	-0.215

### 2.3.1.1.2. Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.315	-2.016	-5.650	1.198	-1.189
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.876	-1.092	-2.569	2.234	-0.791
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.324	-4.841	-0.765	3.004	-0.889
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.881	-2.769	2.616	5.254	-0.592
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.344	-4.807	-2.541	2.981	-0.944
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.894	-2.748	0.802	5.216	-0.628
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.374	-1.309	2.537	1.003	-0.771
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.915	-0.813	5.696	1.627	-0.511
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.193	-0.968	-2.394	0.974	-1.198
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.794	-0.603	-1.323	1.575	-0.795
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.121	-0.003	0.488	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.088	-0.002	0.673	0.000	0.000
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.158	-0.502	-0.002	1.695	0.789	-1.079
		Valor máximo de la envolvente	0.219	-0.331	-0.002	2.547	1.097	-0.751
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.015	-5.236	-0.013	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-0.008	-2.081	-0.006	0.000

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.039	-3.146	-0.034	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-0.022	0.090	-0.019	0.000
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.016	2.379	-0.013	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-0.008	5.770	-0.007	0.000
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-0.038	-0.200	-0.033	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-0.022	2.931	-0.019	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.471	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.650	0.000	0.000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.681	0.789	-1.079
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	2.534	1.097	-0.751

### 2.3.1.2 Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

#### 2.3.1.2.1. Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Peso propio	0.002	0.014	0.175	0.001	-0.199	0.012
	CM	0.007	0.059	0.690	0.002	-0.706	0.053
	SCU (1)	0.003	0.023	0.491	0.002	-0.614	0.020
	SCU (2)	0.002	0.014	-0.051	0.000	0.063	0.012
N3	Peso propio	0.000	0.018	0.419	0.000	-0.506	0.014
	CM	-0.001	0.076	1.197	0.000	-1.497	0.059
	SCU (1)	0.000	0.029	0.601	-0.001	-0.751	0.023
	SCU (2)	0.000	0.018	0.596	0.001	-0.744	0.014
N6	Peso propio	0.000	0.017	0.416	0.000	-0.502	0.014
	CM	0.000	0.074	1.188	0.000	-1.485	0.059
	SCU (1)	0.000	0.029	0.592	0.001	-0.740	0.023
	SCU (2)	0.000	0.017	0.596	-0.001	-0.745	0.014

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N8	Peso propio	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N10	Peso propio	-0.001	0.153	0.153	0.043	-0.168	0.024
	CM	-0.006	0.780	0.491	0.235	-0.599	0.102
	SCU (1)	-0.003	0.065	0.368	0.000	-0.429	0.038
N17	Peso propio	0.000	0.000	0.382	-0.001	0.038	0.000
	CM	0.000	0.000	1.164	-0.004	0.116	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.589	-0.011	0.059	0.000
N18	Peso propio	0.000	0.000	0.395	0.001	0.039	0.000
	CM	0.000	0.000	1.203	0.005	0.120	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.592	0.011	0.059	0.000
N19	Peso propio	0.000	0.000	0.147	0.004	0.015	0.000
	CM	0.000	0.000	0.443	0.011	0.044	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.493	0.014	0.049	0.000
N20	Peso propio	0.000	0.000	0.152	-0.004	0.015	0.000
	CM	0.000	0.000	0.460	-0.012	0.046	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.506	-0.015	0.051	0.000
N21	Peso propio	0.000	-0.112	0.162	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	-0.604	0.856	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N22	Peso propio	0.000	-0.090	0.155	0.000	0.000	0.000
	CM	0.000	-0.386	0.731	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	0.001	-0.146	0.127	0.000	0.000	0.000

#### 2.3.1.2.2. Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.009	0.072	0.783	0.002	-2.431	0.065
		Valor máximo de la envolvente	0.021	0.174	2.170	0.008	-0.804	0.157
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.009	0.072	0.814	0.002	-1.520	0.065
		Valor máximo de la envolvente	0.013	0.109	1.356	0.005	-0.842	0.098

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.003	0.093	1.616	-0.002	-5.596	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.225	4.500	0.001	-2.002	0.175
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.002	0.093	1.616	-0.001	-3.498	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.140	2.813	0.000	-2.002	0.109
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.001	0.092	1.604	-0.001	-5.556	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.220	4.468	0.002	-1.987	0.174
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.001	0.092	1.604	0.000	-3.473	0.073
		Valor máximo de la envolvente	-0.001	0.138	2.793	0.001	-1.987	0.109
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
N10	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.018	0.933	0.644	0.278	-1.961	0.126
		Valor máximo de la envolvente	-0.007	2.101	1.634	0.616	-0.768	0.303
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.011	0.933	0.644	0.278	-1.226	0.126
		Valor máximo de la envolvente	-0.007	1.313	1.021	0.385	-0.768	0.189
N17	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.546	-0.026	0.155	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.337	0.005	0.433	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.546	-0.016	0.155	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.710	0.001	0.271	0.000
N18	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.598	-0.004	0.160	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.482	0.028	0.448	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.598	0.000	0.160	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.801	0.017	0.280	0.000
N19	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.510	0.010	0.051	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.733	0.046	0.173	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.540	0.011	0.054	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.083	0.029	0.108	0.000
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.537	-0.051	0.054	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.789	-0.011	0.179	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.565	-0.032	0.056	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.118	-0.013	0.112	0.000
N21	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.579	1.017	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.715	2.244	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.987	1.017	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.715	1.403	0.000	0.000	0.000
N22	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.142	0.886	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.001	-0.476	2.033	0.000	0.000	0.000
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.713	0.886	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.001	-0.476	1.270	0.000	0.000	0.000

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

## 2.3.2 Barras

### 2.3.2.1 Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

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

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

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

#### 2.3.2.1.1. Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m		
N1/N2	Peso propio	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		Vz	-0.175	-0.170	-0.165	-0.159	-0.154	-0.149	-0.144	-0.144	
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
		My	-0.199	-0.163	-0.129	-0.095	-0.062	-0.031	0.000	0.000	
		Mz	-0.012	-0.010	-0.007	-0.004	-0.001	0.002	0.005	0.005	
		CM	N	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
	Vy	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059		
	Vz	-0.690	-0.648	-0.606	-0.565	-0.523	-0.481	-0.440	-0.440		
	Mt	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002		
	My	-0.706	-0.567	-0.436	-0.314	-0.201	-0.096	0.000	0.000		
	Mz	-0.053	-0.041	-0.028	-0.016	-0.004	0.008	0.020	0.020		
	SCU (1)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	
	Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023		
		Vz	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	-0.491	
		Mt	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		My	-0.614	-0.512	-0.409	-0.307	-0.205	-0.102	0.000	0.000	
		Mz	-0.020	-0.016	-0.011	-0.006	-0.002	0.003	0.008	0.008	
		SCU (2)	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		Vz	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	0.063	0.053	0.042	0.032	0.021	0.010	0.000	0.000		
	Mz	-0.012	-0.010	-0.007	-0.004	-0.001	0.002	0.005	0.005		

Esfuerzos en barras, por hipótesis										
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m	
N3/N4	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m		
		Vz	-0.419	-0.414	-0.409	-0.405	-0.400	-0.395	-0.391		
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		My	-0.506	-0.419	-0.333	-0.248	-0.165	-0.082	0.000		
		Mz	-0.014	-0.010	-0.006	-0.003	0.001	0.005	0.008		
	CM	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
		Vy	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	
		Vz	-1.197	-1.197	-1.197	-1.197	-1.197	-1.197	-1.197	-1.197	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	-1.497	-1.247	-0.998	-0.748	-0.499	-0.249	0.000		
	Mz		-0.059	-0.043	-0.027	-0.012	0.004	0.020	0.036		
		SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
			Vz	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601	-0.601
Mt			0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
My	-0.751		-0.626	-0.501	-0.376	-0.250	-0.125	0.000			
Mz	-0.023		-0.017	-0.011	-0.004	0.002	0.008	0.014			
SCU (2)	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vy	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018		
	Vz	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596		
	Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		
	My	-0.744	-0.620	-0.496	-0.372	-0.248	-0.124	0.000			
	Mz	-0.014	-0.010	-0.006	-0.003	0.001	0.005	0.008			

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
N2/N4	Peso propio	N	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.144	0.099	0.055	0.010	-0.034	-0.079	-0.123	-0.168	-0.212
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.001	-0.082	-0.135	-0.157	-0.149	-0.110	-0.041	0.058	0.187
		Mz	-0.005	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004
	CM	N	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		Vy	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz	0.440	0.303	0.167	0.031	-0.105	-0.242	-0.378	-0.514	-0.650
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.002	-0.251	-0.412	-0.479	-0.454	-0.336	-0.125	0.179	0.576
		Mz	-0.020	-0.016	-0.011	-0.006	-0.001	0.004	0.009	0.014	0.019
	SCU (1)	N	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	0.491	0.355	0.219	0.082	-0.054	-0.190	-0.326	-0.463	-0.599
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.002	-0.286	-0.481	-0.584	-0.594	-0.511	-0.335	-0.066	0.295

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
	SCU (2)	Mz	-0.008	-0.006	-0.004	-0.002	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007
		N	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.034	0.069	0.104	0.139	0.173	0.208	0.243	0.277
		Mz	-0.005	-0.004	-0.003	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
N4/N5	Peso propio	N	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.179	0.134	0.090	0.045	0.001	-0.044	-0.088	-0.133	-0.177
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.187	0.081	0.004	-0.042	-0.057	-0.042	0.003	0.078	0.184
		Mz	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004
	CM	N	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134	-0.134
		Vy	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz	0.547	0.411	0.275	0.138	0.002	-0.134	-0.270	-0.407	-0.543
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.576	0.249	0.016	-0.125	-0.173	-0.128	0.010	0.240	0.564
		Mz	-0.017	-0.013	-0.008	-0.004	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017
	SCU (1)	N	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.295	0.293	0.292	0.290	0.289	0.287	0.286	0.284	0.282
		Mz	-0.007	-0.005	-0.003	-0.002	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007
SCU (2)	N	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	-0.032	
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Vz	0.545	0.408	0.272	0.136	0.000	-0.137	-0.273	-0.409	-0.545	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.278	-0.047	-0.278	-0.417	-0.463	-0.417	-0.277	-0.045	0.280	
	Mz	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	

Esfuerzos en barras, por hipótesis								
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra					
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m
N6/N5	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		Vz	-0.416	-0.411	-0.407	-0.402	-0.397	-0.393
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.502	-0.416	-0.331	-0.247	-0.163	-0.081

Esfuerzos en barras, por hipótesis										
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m	
CM		Mz	-0.014	-0.010	-0.007	-0.003	0.001	0.004	0.008	
		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
		Vz	-1.188	-1.188	-1.188	-1.188	-1.188	-1.188	-1.188	-1.188
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-1.485	-1.237	-0.990	-0.742	-0.495	-0.247	0.000	
		Mz	-0.059	-0.043	-0.028	-0.012	0.003	0.019	0.034	
SCU (1)		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
		Vz	-0.592	-0.592	-0.592	-0.592	-0.592	-0.592	-0.592	-0.592
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	-0.740	-0.617	-0.494	-0.370	-0.247	-0.123	0.000	
		Mz	-0.023	-0.017	-0.011	-0.005	0.001	0.007	0.013	
SCU (2)		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		Vz	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596
		Mt	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My	-0.745	-0.621	-0.497	-0.373	-0.248	-0.124	0.000	
		Mz	-0.014	-0.010	-0.007	-0.003	0.001	0.004	0.008	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m	
N5/N7	Peso propio	N	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.211	0.166	0.122	0.077	0.033	-0.012	-0.056	-0.101	-0.145	
CM		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.184	0.055	-0.043	-0.111	-0.148	-0.155	-0.132	-0.079	0.005	
		Mz	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	
		N	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209	-0.209
		Vy	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz	0.645	0.509	0.373	0.236	0.100	-0.036	-0.172	-0.309	-0.445	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SCU (1)		My	0.564	0.171	-0.129	-0.337	-0.451	-0.473	-0.402	-0.238	0.019	
		Mz	-0.017	-0.013	-0.009	-0.005	-0.001	0.003	0.007	0.011	0.016	
		N	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	-0.080	
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vz	0.595	0.458	0.322	0.186	0.050	-0.087	-0.223	-0.359	-0.495	
SCU (2)		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.283	-0.075	-0.341	-0.514	-0.595	-0.582	-0.477	-0.278	0.013	
SCU (2)		Mz	-0.006	-0.005	-0.003	-0.002	0.000	0.001	0.003	0.005	0.006	
		N	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	
SCU (2)		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
		Vz	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.280	0.245	0.210	0.175	0.141	0.106	0.071	0.037	0.002
		Mz	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.075 m	0.150 m
N8/N10	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.002	0.000	-0.002
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
	CM	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000
SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.000	0.000	
	Mz	0.000	0.000	0.000	
SCU (2)	N	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.000	0.000	0.000	
	Mt	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.000	0.000	
	Mz	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.225 m	0.450 m	0.675 m	0.900 m
N10/N9	Peso propio	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
		Vz	0.166	0.160	0.154	0.149	0.143
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.168	0.132	0.096	0.062	0.029
		Mz	0.024	0.015	0.005	-0.004	-0.013

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.225 m	0.450 m	0.675 m	0.900 m
	CM	N	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vy	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177
		Vz	0.565	0.565	0.565	0.565	0.535
		Mt	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		My	0.599	0.472	0.345	0.218	0.093
		Mz	0.102	0.062	0.023	-0.017	-0.057
	SCU (1)	N	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vy	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
		Vz	0.368	0.368	0.368	0.368	0.368
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.429	0.346	0.263	0.180	0.098
		Mz	0.038	0.024	0.009	-0.006	-0.020
	SCU (2)	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
		Vz	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	0.029	0.020	0.010	0.000	-0.009
		Mz	0.025	0.015	0.005	-0.005	-0.014

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.100 m	0.200 m
N9/N7	Peso propio	N	0.001	0.001	0.001
		Vy	-0.049	-0.049	-0.049
		Vz	0.150	0.148	0.145
		Mt	0.005	0.005	0.005
	CM	My	0.030	0.015	0.000
		Mz	-0.013	-0.009	-0.004
		N	0.006	0.006	0.006
		Vy	-0.209	-0.209	-0.209
		Vz	0.485	0.465	0.445
		Mt	0.019	0.019	0.019
	SCU (1)	My	0.093	0.046	0.000
		Mz	-0.057	-0.036	-0.016
		N	0.002	0.002	0.002
		Vy	-0.080	-0.080	-0.080
		Vz	0.495	0.495	0.495
		Mt	0.013	0.013	0.013
	SCU (2)	My	0.099	0.050	0.000
		Mz	-0.022	-0.014	-0.006
		N	0.001	0.001	0.001
		Vy	-0.049	-0.049	-0.049

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.100 m	0.200 m
		Vz	-0.051	-0.051	-0.051
		Mt	0.002	0.002	0.002
		My	-0.010	-0.005	0.000
		Mz	-0.013	-0.008	-0.004

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.105 m	0.580 m	1.055 m	1.530 m	2.005 m	2.480 m	2.955 m	3.430 m	3.905 m
N12/N9	Peso propio	N	-0.163	-0.152	-0.141	-0.130	-0.119	-0.107	-0.096	-0.085	-0.074
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.056	-0.042	-0.029	-0.015	-0.002	0.012	0.025	0.039	0.052
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.012	0.011	0.028	0.039	0.043	0.040	0.031	0.016	-0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	N	-0.751	-0.690	-0.629	-0.568	-0.507	-0.446	-0.386	-0.325	-0.264
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.298	-0.225	-0.152	-0.079	-0.006	0.067	0.140	0.212	0.285
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.045	0.079	0.169	0.224	0.245	0.230	0.181	0.098	-0.020
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SCU (1)	N	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.029	-0.027	-0.025	-0.023	-0.020	-0.018	-0.016	-0.014	-0.012	
	Mz	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	
SCU (2)	N	-0.230	-0.203	-0.175	-0.148	-0.120	-0.093	-0.066	-0.038	-0.011	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.132	-0.099	-0.066	-0.033	0.000	0.032	0.065	0.098	0.131
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	-0.004	0.051	0.090	0.113	0.121	0.114	0.091	0.052	-0.003
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.105 m	0.580 m	1.055 m	1.530 m	2.005 m	2.480 m	2.955 m	3.430 m	3.905 m
N11/N10	Peso propio	N	-0.184	-0.173	-0.162	-0.151	-0.140	-0.128	-0.117	-0.106	-0.095
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.047	0.033	0.020	0.007	-0.007	-0.020	-0.034	-0.047	-0.061
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.017	-0.002	-0.015	-0.021	-0.021	-0.015	-0.002	0.018	0.043
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CM	N	-0.998	-0.937	-0.876	-0.816	-0.755	-0.694	-0.633	-0.572	-0.511	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.255	0.182	0.109	0.036	-0.037	-0.110	-0.183	-0.256	-0.329	
	Mt	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								
			0.105 m	0.580 m	1.055 m	1.530 m	2.005 m	2.480 m	2.955 m	3.430 m	3.905 m
		My	0.093	-0.011	-0.080	-0.114	-0.114	-0.079	-0.009	0.095	0.234
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	N	-0.449	-0.422	-0.394	-0.367	-0.340	-0.312	-0.285	-0.258	-0.230
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.115	0.082	0.049	0.016	-0.017	-0.050	-0.082	-0.115	-0.148
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.042	-0.005	-0.036	-0.051	-0.051	-0.036	-0.004	0.043	0.105
		Mz	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	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m	
N13/N16	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	-0.145	-0.100	-0.056	-0.011	0.033	0.078	0.122	0.167	0.211	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	-0.004	0.080	0.133	0.156	0.148	0.110	0.042	-0.056	-0.185	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	CM	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	-0.443	-0.307	-0.171	-0.034	0.102	0.238	0.374	0.511	0.647	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			My	-0.011	0.244	0.407	0.477	0.454	0.338	0.129	-0.172	-0.566
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		SCU (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			-0.493	-0.357	-0.220	-0.084	0.052	0.188	0.325	0.461	0.597	
Mt			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My			-0.014	0.275	0.472	0.576	0.587	0.505	0.330	0.062	-0.298	
Mz			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
SCU (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	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
My	0.003	-0.031	-0.065	-0.099	-0.133	-0.167	-0.201	-0.234	-0.268			
Mz	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	0.656 m	1.313 m	1.969 m	2.625 m	3.281 m	3.938 m	4.594 m	5.250 m
N16/N14	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	-0.169	-0.126	-0.083	-0.040	0.003	0.045	0.088	0.131	0.174
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.184	-0.087	-0.018	0.022	0.035	0.019	-0.025	-0.097	-0.197
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	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	-0.517	-0.386	-0.255	-0.123	0.008	0.139	0.270	0.402	0.533
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.562	-0.266	-0.056	0.068	0.106	0.058	-0.076	-0.297	-0.603
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (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	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.287	-0.293	-0.298	-0.304	-0.310	-0.315	-0.321	-0.326	-0.332
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (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	-0.526	-0.394	-0.263	-0.132	-0.001	0.131	0.262	0.393	0.524
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.275	0.027	0.243	0.372	0.416	0.373	0.245	0.030	-0.271
		Mz	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	0.565 m	1.413 m	2.260 m	2.825 m	3.673 m	4.238 m	5.085 m	5.650 m
N14/N15	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	-0.219	-0.182	-0.127	-0.071	-0.034	0.021	0.058	0.113	0.150
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.198	-0.085	0.046	0.129	0.159	0.165	0.143	0.070	-0.004
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM	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	-0.670	-0.557	-0.388	-0.218	-0.105	0.064	0.177	0.347	0.460
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.608	-0.261	0.140	0.397	0.488	0.506	0.437	0.215	-0.012
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (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	-0.584	-0.511	-0.341	-0.172	-0.059	0.111	0.224	0.393	0.506
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.343	-0.027	0.334	0.552	0.617	0.595	0.500	0.239	-0.015
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	N	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	0.565 m	1.413 m	2.260 m	2.825 m	3.673 m	4.238 m	5.085 m	5.650 m
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.087	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.265	-0.234	-0.195	-0.155	-0.129	-0.089	-0.063	-0.023	0.003
		Mz	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	0.050 m	0.100 m
N16/N17	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.380	0.381	0.382
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001
		My	0.000	-0.019	-0.038
		Mz	0.000	0.000	0.000
	CM	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.164	1.164	1.164
		Mt	-0.004	-0.004	-0.004
		My	0.000	-0.058	-0.116
		Mz	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.589	0.589	0.589
		Mt	-0.011	-0.011	-0.011
		My	0.000	-0.029	-0.059
		Mz	0.000	0.000	0.000
SCU (2)	N	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.576	0.576	0.576	
	Mt	0.007	0.007	0.007	
	My	0.000	-0.029	-0.058	
	Mz	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N14/N18	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.393	0.394	0.395
		Mt	0.001	0.001	0.001
		My	0.000	-0.020	-0.039
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
	CM	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.203	1.203	1.203
		Mt	0.005	0.005	0.005
		My	0.000	-0.060	-0.120
		Mz	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.592	0.592	0.592
		Mt	0.011	0.011	0.011
		My	0.000	-0.030	-0.059
		Mz	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.611	0.611	0.611
		Mt	-0.007	-0.007	-0.007
		My	0.000	-0.031	-0.061
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N13/N19	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.145	0.146	0.147
		Mt	0.004	0.004	0.004
		My	0.000	-0.007	-0.015
		Mz	0.000	0.000	0.000
	CM	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.443	0.443	0.443
		Mt	0.011	0.011	0.011
		My	0.000	-0.022	-0.044
		Mz	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.493	0.493	0.493
		Mt	0.014	0.014	0.014
		My	0.000	-0.025	-0.049
		Mz	0.000	0.000	0.000
SCU (2)	N	0.000	0.000	0.000	
	Vy	0.000	0.000	0.000	



Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		Vz	-0.050	-0.050	-0.050
		Mt	-0.003	-0.003	-0.003
		My	0.000	0.002	0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis					
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N15/N20	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.150	0.151	0.152
		Mt	-0.004	-0.004	-0.004
		My	0.000	-0.008	-0.015
		Mz	0.000	0.000	0.000
	CM	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.460	0.460	0.460
		Mt	-0.012	-0.012	-0.012
		My	0.000	-0.023	-0.046
		Mz	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.506	0.506	0.506
		Mt	-0.015	-0.015	-0.015
		My	0.000	-0.025	-0.051
	SCU (2)	Mz	0.000	0.000	0.000
N		0.000	0.000	0.000	
Vy		0.000	0.000	0.000	
Vz		-0.047	-0.047	-0.047	
Mt		0.003	0.003	0.003	
My		0.000	0.002	0.005	
Mz		0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
N21/N11	Peso propio	N	-0.162	-0.161	-0.160	-0.160
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.005	0.010	0.011
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
	CM	N	-0.856	-0.856	-0.856	-0.856
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.604	-0.604	-0.604	-0.604
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.029	0.057	0.057
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (1)	N	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU (2)	N	-0.385	-0.385	-0.385	-0.385
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
Vz		-0.272	-0.272	-0.272	-0.272	
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	
My		0.000	0.013	0.026	0.026	
Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
N22/N12	Peso propio	N	-0.155	-0.154	-0.153	-0.153
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.090	0.090	0.090	0.090
	CM	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.004	-0.008	-0.009
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000
		N	-0.731	-0.731	-0.731	-0.731
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.386	0.386	0.386	0.386
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
SCU (1)	My	0.000	-0.018	-0.036	-0.037	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
	Vz	0.146	0.146	0.146	0.146	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	
SCU (2)	My	0.000	-0.007	-0.014	-0.014	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	-0.258	-0.258	-0.258	-0.258	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
		Vz	0.092	0.092	0.092	0.092
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.004	-0.009	-0.009
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.3.2.1.2. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m	
N1/N2	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		N <sub>máx</sub>	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vy <sub>mín</sub>	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		Vy <sub>máx</sub>	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058
		Vz <sub>mín</sub>	-1.904	-1.841	-1.778	-1.714	-1.651	-1.588	-1.524	-1.524
		Vz <sub>máx</sub>	-0.616	-0.578	-0.540	-0.503	-0.465	-0.428	-0.390	-0.390
		Mt <sub>mín</sub>	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Mt <sub>máx</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My <sub>mín</sub>	-2.143	-1.753	-1.376	-1.013	-0.662	-0.325	-0.001	-0.001
		My <sub>máx</sub>	-0.629	-0.505	-0.388	-0.280	-0.179	-0.086	0.000	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	-0.137	-0.106	-0.074	-0.042	-0.010	0.008	0.020	0.020
		Mz <sub>máx</sub>	-0.052	-0.040	-0.028	-0.016	-0.004	0.021	0.053	0.053

Envolventes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m	
N3/N4	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		N <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy <sub>mín</sub>	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196
		Vy <sub>máx</sub>	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075
		Vz <sub>mín</sub>	-3.977	-3.970	-3.964	-3.958	-3.951	-3.945	-3.939	-3.939
		Vz <sub>máx</sub>	-1.293	-1.289	-1.285	-1.282	-1.278	-1.274	-1.270	-1.270
		Mt <sub>mín</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		My <sub>mín</sub>	-4.946	-4.118	-3.292	-2.467	-1.643	-0.820	0.000	0.000
		My <sub>máx</sub>	-1.602	-1.333	-1.065	-0.797	-0.531	-0.265	0.001	0.001
		Mz <sub>mín</sub>	-0.153	-0.112	-0.071	-0.030	0.004	0.020	0.035	0.035
		Mz <sub>máx</sub>	-0.058	-0.043	-0.027	-0.012	0.011	0.052	0.093	0.093

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m	
N2/N4	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		N <sub>máx</sub>	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058	-0.058
		Vy <sub>mín</sub>	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Vy <sub>máx</sub>	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz <sub>mín</sub>	0.390	0.246	0.101	-0.043	-0.346	-0.794	-1.242	-1.691	-2.139	-2.139
		Vz <sub>máx</sub>	1.524	1.076	0.628	0.179	-0.112	-0.256	-0.401	-0.545	-0.690	-0.690
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My <sub>mín</sub>	0.001	-0.879	-1.459	-1.734	-1.704	-1.368	-0.726	0.090	0.610	0.610
		My <sub>máx</sub>	0.007	-0.215	-0.333	-0.353	-0.274	-0.097	0.179	0.684	1.889	1.889
		Mz <sub>mín</sub>	-0.053	-0.040	-0.028	-0.015	-0.002	0.004	0.009	0.014	0.018	0.018
		Mz <sub>máx</sub>	-0.020	-0.015	-0.011	-0.006	-0.001	0.010	0.023	0.036	0.048	0.048

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
N4/N5	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349	-0.349
		N <sub>máx</sub>	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133	-0.133
		Vy <sub>mín</sub>	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016	-0.016
		Vy <sub>máx</sub>	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz <sub>mín</sub>	0.581	0.436	0.291	0.147	0.002	-0.445	-0.894	-1.342	-1.790
		Vz <sub>máx</sub>	1.800	1.352	0.903	0.455	0.007	-0.139	-0.284	-0.428	-0.573
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.610	0.194	-0.401	-0.851	-1.006	-0.855	-0.406	0.187	0.598
		My <sub>máx</sub>	1.889	0.885	0.464	0.302	0.249	0.294	0.445	0.856	1.853
		Mz <sub>mín</sub>	-0.044	-0.033	-0.022	-0.011	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017
		Mz <sub>máx</sub>	-0.017	-0.013	-0.008	-0.004	0.000	0.012	0.023	0.034	0.045

Envolventes de los esfuerzos en barras									
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra						
			0.000 m	0.208 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.042 m	1.250 m
N6/N5	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vy <sub>mín</sub>	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
		Vy <sub>máx</sub>	-0.073	-0.073	-0.073	-0.073	-0.073	-0.073	-0.073
		Vz <sub>mín</sub>	-3.948	-3.942	-3.936	-3.929	-3.923	-3.917	-3.911
		Vz <sub>máx</sub>	-1.283	-1.279	-1.276	-1.272	-1.268	-1.264	-1.261
		Mt <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt <sub>máx</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My <sub>mín</sub>	-4.911	-4.089	-3.268	-2.449	-1.631	-0.814	0.000
		My <sub>máx</sub>	-1.589	-1.323	-1.056	-0.791	-0.527	-0.263	0.001
		Mz <sub>mín</sub>	-0.153	-0.112	-0.072	-0.032	0.003	0.018	0.034
		Mz <sub>máx</sub>	-0.058	-0.043	-0.027	-0.012	0.008	0.048	0.088

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m
N5/N7	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542	-0.542
		N <sub>máx</sub>	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206
		Vy <sub>mín</sub>	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		Vy <sub>máx</sub>	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz <sub>mín</sub>	0.685	0.540	0.395	0.251	0.106	-0.195	-0.643	-1.091	-1.540
		Vz <sub>máx</sub>	2.124	1.675	1.227	0.779	0.330	0.038	-0.106	-0.251	-0.396
		Mt <sub>mín</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.598	0.068	-0.744	-1.375	-1.701	-1.721	-1.436	-0.845	0.019
		My <sub>máx</sub>	1.854	0.673	0.178	-0.095	-0.268	-0.344	-0.320	-0.199	0.054
		Mz <sub>mín</sub>	-0.043	-0.033	-0.022	-0.012	-0.001	0.003	0.007	0.011	0.015
		Mz <sub>máx</sub>	-0.016	-0.012	-0.008	-0.005	-0.001	0.009	0.020	0.030	0.040

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.075 m	0.150 m
N8/N10	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.002	0.000	-0.003
		Vz <sub>máx</sub>	0.003	0.000	-0.002
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.225 m	0.450 m	0.675 m	0.900 m
N10/N9	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		N <sub>máx</sub>	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vy <sub>mín</sub>	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174
		Vy <sub>máx</sub>	0.457	0.457	0.457	0.457	0.457
		Vz <sub>mín</sub>	0.585	0.580	0.576	0.571	0.543
		Vz <sub>máx</sub>	1.603	1.596	1.588	1.580	1.532
		Mt <sub>mín</sub>	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt <sub>máx</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My <sub>mín</sub>	0.614	0.483	0.353	0.224	0.084
		My <sub>máx</sub>	1.724	1.364	1.006	0.649	0.312
		Mz <sub>mín</sub>	0.101	0.062	0.022	-0.044	-0.147
		Mz <sub>máx</sub>	0.265	0.162	0.059	-0.017	-0.056

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.100 m	0.200 m
N9/N7	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.006	0.006	0.006
		N <sub>máx</sub>	0.015	0.015	0.015
		Vy <sub>mín</sub>	-0.542	-0.542	-0.542
		Vy <sub>máx</sub>	-0.206	-0.206	-0.206
		Vz <sub>mín</sub>	0.432	0.414	0.396
		Vz <sub>máx</sub>	1.600	1.570	1.540
		Mt <sub>mín</sub>	0.019	0.019	0.019
		Mt <sub>máx</sub>	0.054	0.054	0.054
		My <sub>mín</sub>	0.083	0.041	0.000
		My <sub>máx</sub>	0.315	0.156	0.001
		Mz <sub>mín</sub>	-0.149	-0.095	-0.040
		Mz <sub>máx</sub>	-0.057	-0.036	-0.015

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.105 m	0.580 m	1.055 m	1.530 m	2.005 m	2.480 m	2.955 m	3.430 m	3.905 m
N12/N9	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-1.868	-1.730	-1.592	-1.454	-1.315	-1.177	-1.039	-0.900	-0.762
		N <sub>máx</sub>	-0.731	-0.674	-0.616	-0.558	-0.501	-0.443	-0.386	-0.328	-0.270
		Vy <sub>mín</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.682	-0.516	-0.350	-0.184	-0.018	0.056	0.125	0.194	0.264
		Vz <sub>máx</sub>	-0.283	-0.214	-0.145	-0.076	-0.007	0.154	0.320	0.486	0.652
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	-0.126	0.033	0.121	0.176	0.199	0.189	0.146	0.070	-0.057
		My <sub>máx</sub>	-0.045	0.198	0.401	0.525	0.570	0.536	0.423	0.232	-0.021
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.105 m	0.580 m	1.055 m	1.530 m	2.005 m	2.480 m	2.955 m	3.430 m	3.905 m
N11/N10	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-2.270	-2.132	-1.993	-1.855	-1.717	-1.579	-1.440	-1.302	-1.164
		N <sub>máx</sub>	-0.946	-0.888	-0.831	-0.773	-0.715	-0.658	-0.600	-0.543	-0.485
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.241	0.172	0.103	0.034	-0.084	-0.250	-0.416	-0.582	-0.748
		Vz <sub>máx</sub>	0.580	0.414	0.248	0.082	-0.035	-0.104	-0.173	-0.243	-0.312
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.088	-0.024	-0.181	-0.260	-0.259	-0.180	-0.021	0.090	0.222
		My <sub>máx</sub>	0.212	-0.010	-0.076	-0.108	-0.108	-0.075	-0.009	0.216	0.532
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.681 m	1.363 m	2.044 m	2.725 m	3.406 m	4.088 m	4.769 m	5.450 m	
N13/N16	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-1.533	-1.084	-0.636	-0.188	0.108	0.253	0.397	0.542	0.686	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.395	-0.251	-0.106	0.038	0.335	0.784	1.232	1.680	2.129	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.041	0.213	0.335	0.358	0.283	0.109	-0.164	-0.660	-1.864	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.007	0.851	1.437	1.717	1.693	1.362	0.727	-0.089	-0.601	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.656 m	1.313 m	1.969 m	2.625 m	3.281 m	3.938 m	4.594 m	5.250 m	
N16/N14	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-1.715	-1.283	-0.851	-0.419	0.007	0.148	0.287	0.426	0.565	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.536	-0.397	-0.257	-0.118	0.027	0.458	0.889	1.321	1.753	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.850	-0.915	-0.547	-0.384	-0.352	-0.411	-0.618	-1.021	-1.985	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.597	-0.242	0.305	0.681	0.814	0.664	0.286	-0.270	-0.640	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.565 m	1.413 m	2.260 m	2.825 m	3.673 m	4.238 m	5.085 m	5.650 m	
N14/N15	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-2.206	-1.834	-1.276	-0.719	-0.347	-0.002	0.118	0.298	0.418	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.711	-0.591	-0.412	-0.232	-0.112	0.281	0.653	1.211	1.582	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-2.000	-0.859	-0.144	0.188	0.325	0.403	0.370	0.194	-0.045	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.645	-0.277	0.751	1.538	1.799	1.797	1.533	0.744	-0.008	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N16/N17	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	1.235	1.236	1.237
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	3.831	3.832	3.834
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	-0.023	-0.023	-0.023
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.005	0.005	0.005
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	-0.192	-0.383
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	-0.062	-0.124
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N14/N18	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	1.277	1.278	1.279
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	3.959	3.961	3.962
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	-0.005	-0.005	-0.005
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.025	0.025	0.025
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	-0.198	-0.396
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	-0.064	-0.128
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N13/N19	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.395	0.396	0.397
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	1.533	1.534	1.536
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.007	0.007	0.007
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.041	0.041	0.041
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	-0.077	-0.153
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	-0.020	-0.040

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N15/N20	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.418	0.419	0.419
		Vz <sub>máx</sub>	1.582	1.584	1.585
		Mt <sub>mín</sub>	-0.045	-0.045	-0.045
		Mt <sub>máx</sub>	-0.008	-0.008	-0.008
		My <sub>mín</sub>	0.000	-0.079	-0.158
		My <sub>máx</sub>	0.000	-0.021	-0.042
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
N21/N11	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-1.951	-1.950	-1.949	-1.949
		N <sub>máx</sub>	-0.814	-0.813	-0.813	-0.813
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-1.373	-1.373	-1.373	-1.373
		Vz <sub>máx</sub>	-0.572	-0.572	-0.572	-0.572
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	0.027	0.054	0.054
		My <sub>máx</sub>	0.000	0.065	0.129	0.130
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
N22/N12	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-1.773	-1.772	-1.770	-1.770
		N <sub>máx</sub>	-0.709	-0.708	-0.707	-0.707
		Vy <sub>mín</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.048 m	0.094 m	0.095 m
		Vz <sub>mín</sub>	0.380	0.380	0.380	0.380
		Vz <sub>máx</sub>	0.999	0.999	0.999	0.999
		Mt <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>mín</sub>	0.000	-0.047	-0.094	-0.095
		My <sub>máx</sub>	0.000	-0.018	-0.036	-0.036
		Mz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.3.2.2 Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

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

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

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

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

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N2	42.90	0.000	-0.016	-0.132	-1.904	-0.007	-2.143	-0.119	G	Cumple
N3/N4	97.07	0.000	0.002	-0.196	-3.977	0.001	-4.946	-0.153	G	Cumple
N2/N4	34.33	5.450	-0.152	-0.019	-2.139	0.001	1.889	0.048	G	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N4/N5	34.29	0.000	-0.349	-0.016	1.800	0.000	1.889	-0.044	G	Cumple
N6/N5	96.43	0.000	0.001	-0.193	-3.948	-0.001	-4.911	-0.153	G	Cumple
N5/N7	34.07	0.000	-0.542	-0.015	2.124	-0.001	1.854	-0.043	G	Cumple
N8/N10	0.01	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N10/N9	45.42	0.000	0.016	0.457	1.603	-0.003	1.724	0.265	G	Cumple
N9/N7	31.81	0.000	0.015	-0.542	1.524	0.054	0.300	-0.149	G	Cumple
N12/N9	23.34	1.530	-1.454	0.000	-0.184	0.000	0.491	0.001	G	Cumple
N11/N10	27.90	0.105	-2.270	0.000	0.580	0.000	0.212	0.000	G	Cumple
N13/N16	30.62	5.450	0.000	0.000	2.129	0.000	-1.864	0.000	G	Cumple
N16/N14	32.61	5.250	0.000	0.000	1.753	0.000	-1.985	0.000	G	Cumple
N14/N15	32.86	0.000	0.000	0.000	-2.206	0.000	-2.000	0.000	G	Cumple
N16/N17	19.28	0.000	0.000	0.000	2.967	-0.023	0.000	0.000	G	Cumple
N14/N18	20.67	0.000	0.000	0.000	3.043	0.025	0.000	0.000	G	Cumple
N13/N19	33.85	0.000	0.000	0.000	1.533	0.041	0.000	0.000	G	Cumple
N15/N20	37.28	0.000	0.000	0.000	1.582	-0.045	0.000	0.000	G	Cumple
N21/N11	7.28	0.000	-1.951	0.000	-1.373	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N22/N12	5.35	0.095	-1.770	0.000	0.999	0.000	-0.095	0.000	G	Cumple

### 2.3.2.3 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		Estado
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N1/N2	1.250	1.32	1.250	2.02	1.250	0.44	1.250	0.92	Cumple
N3/N4	1.250	1.32	1.250	4.84	1.250	0.44	1.250	2.07	Cumple
N2/N4	1.363	0.68	2.384	8.43	1.363	0.23	2.725	5.59	Cumple
N4/N5	4.428	0.50	2.725	3.84	4.428	0.17	2.725	5.77	Cumple
N6/N5	1.250	1.34	1.250	4.81	1.250	0.45	1.250	2.06	Cumple
N5/N7	1.363	0.53	3.066	8.40	1.363	0.18	2.725	5.62	Cumple

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	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)	
N8/N7	1.250	1.37	1.250	1.31	1.250	0.46	1.250	0.50	Cumple
N12/N9	2.138	0.17	1.900	3.09	2.138	0.19	1.900	1.12	Cumple
N11/N10	1.425	0.00	1.663	1.08	1.425	0.00	1.663	0.30	Cumple
N13/N16	0.000	0.00	2.384	8.35	0.000	0.00	2.725	5.47	Cumple
N16/N14	0.000	0.00	2.625	2.62	0.000	0.00	2.625	5.21	Cumple
N14/N15	0.000	0.00	3.108	9.54	0.000	0.00	2.825	6.05	Cumple
N16/N17	0.000	0.00	0.050	0.00	0.000	0.00	0.050	0.00	Cumple
N14/N18	0.000	0.00	0.050	0.00	0.000	0.00	0.050	0.00	Cumple
N13/N19	0.000	0.00	0.050	0.00	0.000	0.00	0.050	0.00	Cumple
N15/N20	0.000	0.00	0.050	0.00	0.000	0.00	0.050	0.00	Cumple
N21/N11	0.048	0.00	0.048	0.00	0.048	0.00	0.048	0.00	Cumple
N22/N12	0.048	0.00	0.048	0.00	0.048	0.00	0.048	0.00	Cumple

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N1/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 35.2$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 7.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 42.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 7.3$	$\eta = 0.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 42.9$
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 84.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 0 m $\eta = 18.4$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 97.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 18.4$	$\eta = 0.7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 97.1$
N2/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 0.2$	x: 5.45 m $\eta = 31.0$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 5.45 m $\eta = 8.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.45 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 5.45 m $\eta = 8.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.3$
N4/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 31.0$	x: 5.45 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.3$
N6/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 83.6$	x: 0 m $\eta = 12.8$	x: 0 m $\eta = 18.3$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 96.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 18.3$	$\eta = 0.7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 96.4$
N5/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 6.3$	x: 0 m $\eta = 30.5$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.1$
N8/N10	N.P.(5)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	x: 0 m $\eta < 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	<b>CUMPLE</b> $\eta < 0.1$
N10/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 28.3$	x: 0 m $\eta = 17.1$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 6.1$	$\eta = 1.7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 45.4$
N9/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 31.8$	x: 0 m $\eta = 6.9$	$\eta = 2.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.8$
N12/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0.105 m $\eta = 20.3$	x: 2.005 m $\eta = 15.5$	x: 3.905 m $\eta = 0.4$	x: 0.105 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.53 m $\eta = 23.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 23.3$
N11/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0.105 m $\eta = 24.6$	x: 3.905 m $\eta = 14.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	x: 3.905 m $\eta = 4.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$\eta < 0.1$	N.P.(8)	x: 0.105 m $\eta = 27.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.9$

PROYECTO CONSTRUCCIÓN  
 REMODELACIÓN TALLERES Y COCHERAS DEL METRO LIGERO EN SUPERFICIE DEL CENTRO DE SEVILLA.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N13/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 5.45 m $\eta = 30.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5.45 m $\eta = 8.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.6$
N16/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 5.25 m $\eta = 32.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5.25 m $\eta = 6.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.6$
N14/N15	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 32.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.9$
N16/N17	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 6.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 17.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$\eta = 19.3$	x: 0.1 m $\eta = 18.6$	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.3$
N14/N18	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 6.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 18.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$\eta = 20.7$	x: 0.1 m $\eta = 19.3$	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.7$
N13/N19	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 2.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 7.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$\eta = 33.9$	x: 0.1 m $\eta = 8.3$	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.9$
N15/N20	x: 0.05 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0.1 m $\eta = 7.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.05 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	$\eta = 37.3$	x: 0.1 m $\eta = 8.8$	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.3$
N21/N11	x: 0.048 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0.095 m $\eta = 3.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$\eta = 7.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	x: 0.048 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0.095 m $\eta = 6.6$	x: 0.048 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.3$
N22/N12	x: 0.048 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0.095 m $\eta = 2.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.048 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0.095 m $\eta = 5.3$	x: 0.048 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.3$

Notación:  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $N M_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $N M_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_y V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : 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 tracción.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.  
<sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(9)</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.  
<sup>(10)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

Disposiciones constructivas:

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo  $\beta$  comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
  - Para ángulos  $\beta > 120$  (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
  - Para ángulos  $\beta < 60$  (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'      Unión en solape

## 2.4 UNIONES

### 2.4.1 Especificaciones

Norma:

Código Estructural: Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Article 4. Welded connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275 (UNE-EN 10025-2).
- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser

Comprobaciones:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que

proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

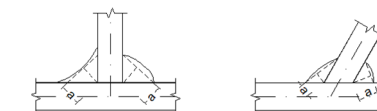
Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

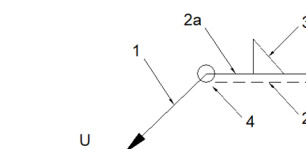
Donde K = 0.9.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

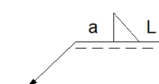
Método de representación de soldaduras



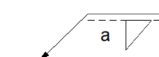
Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

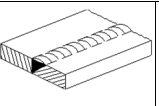
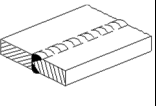
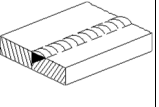
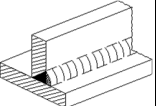
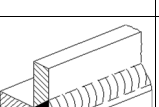
Referencia 3

2.4.2 Referencias y simbología

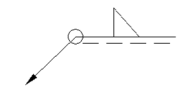
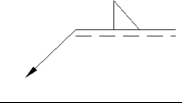
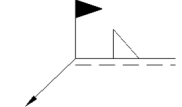
a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Artículo 4.5.2 (1)

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		



Soldadura a tope en bisel simple		✓
Soldadura a tope en bisel doble		K
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		Y
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		▷
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		✓

#### Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

#### 2.4.3 Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

##### 1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

##### 2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

##### 3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

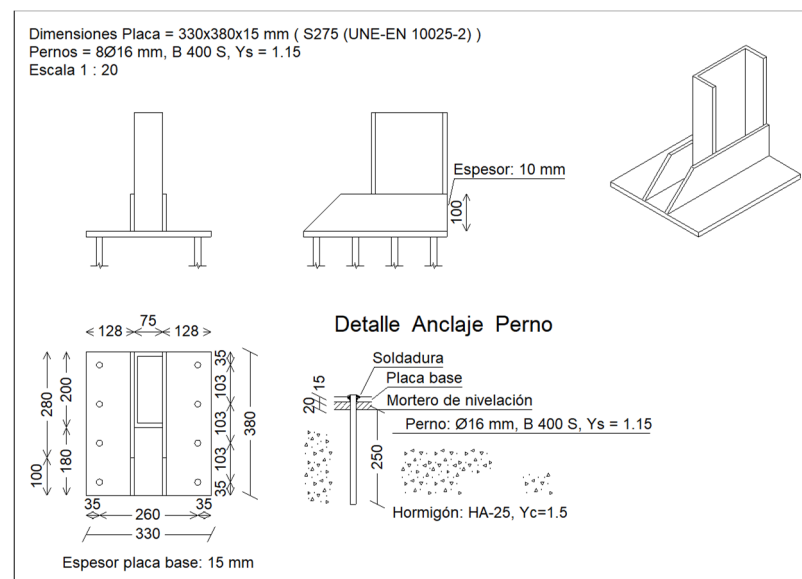
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

#### 2.4.4 Memoria de cálculo

##### 2.4.4.1 Tipo 1

##### a) Detalle



## b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		330	380	15	8	16	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4
Rigidizador		380	100	10	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

## c) Comprobación

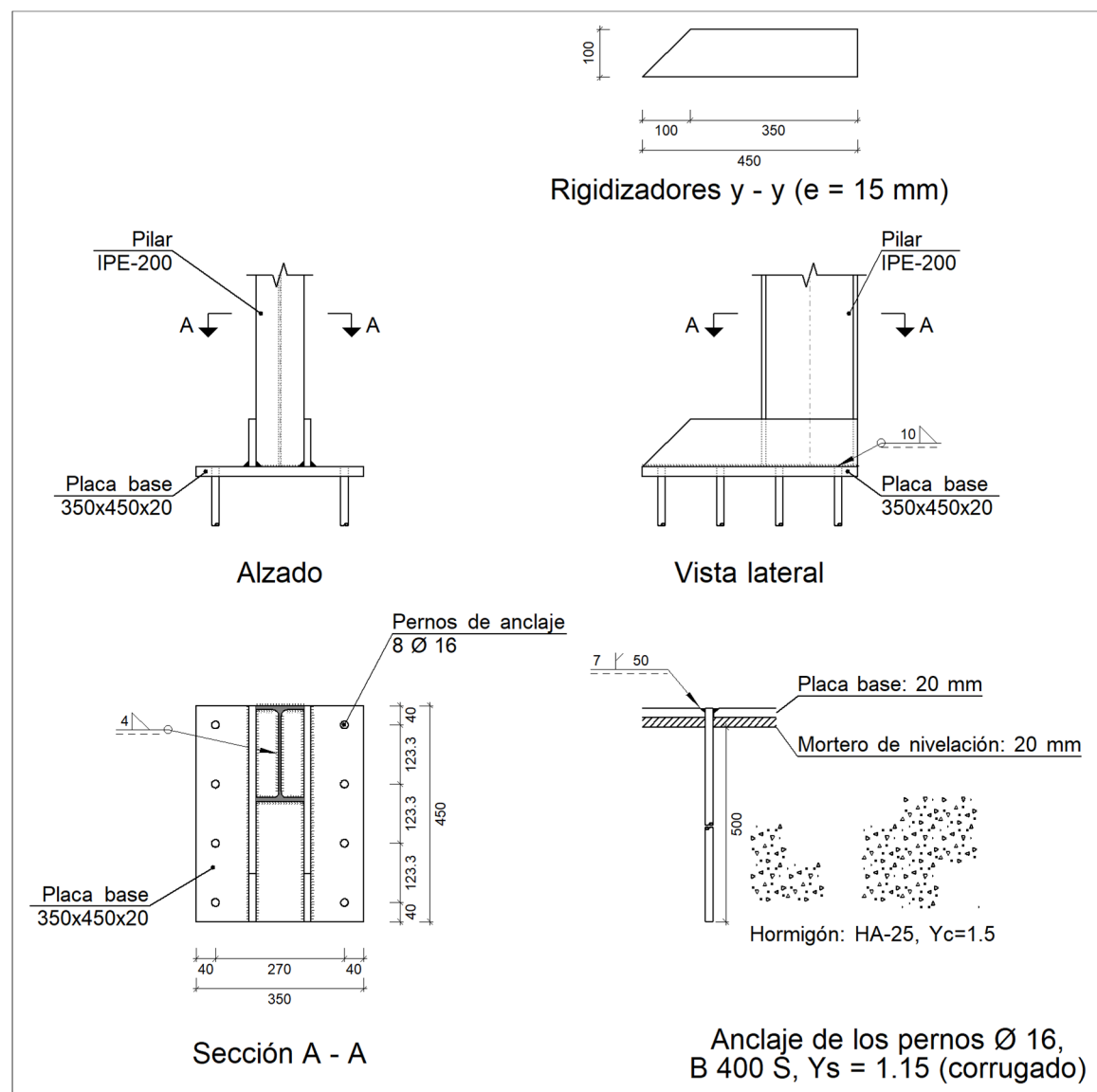
## 1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 104 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 35 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 35.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 3.485 t Calculado: 2.889 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 2.44 t Calculado: 0.276 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 3.485 t Calculado: 3.283 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 2.543 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1285.14 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 13.456 t Calculado: 0.242 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1613.57 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1057.3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1199.54 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Calculado: 1056.49 Calculado: 2606.04 Calculado: 100000 Calculado: 3725.7	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0976		

## 2.4.4.2 Tipo 2

## a) Detalle



## b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Tipo	Acero	
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)		$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		350	450	20	8	30	18	7	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		450	100	15	-	-	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

## c) Comprobación

## 1) Pilar IPE-200

## Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	659	5.6	90.00	

*a: Espesor de garganta*  
*l: Longitud del cordón de soldadura*  
*t: Espesor de la pieza*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 124 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 31.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 6.971 t Calculado: 5.434 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 0.577 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.971 t Calculado: 6.258 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 4.792 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2429.15 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 17.941 t Calculado: 0.51 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 1374.12 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1072.88 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2216.72 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1944.01	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3381.53	Cumple
- Arriba:	Calculado: 100000	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1364.23	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.164		

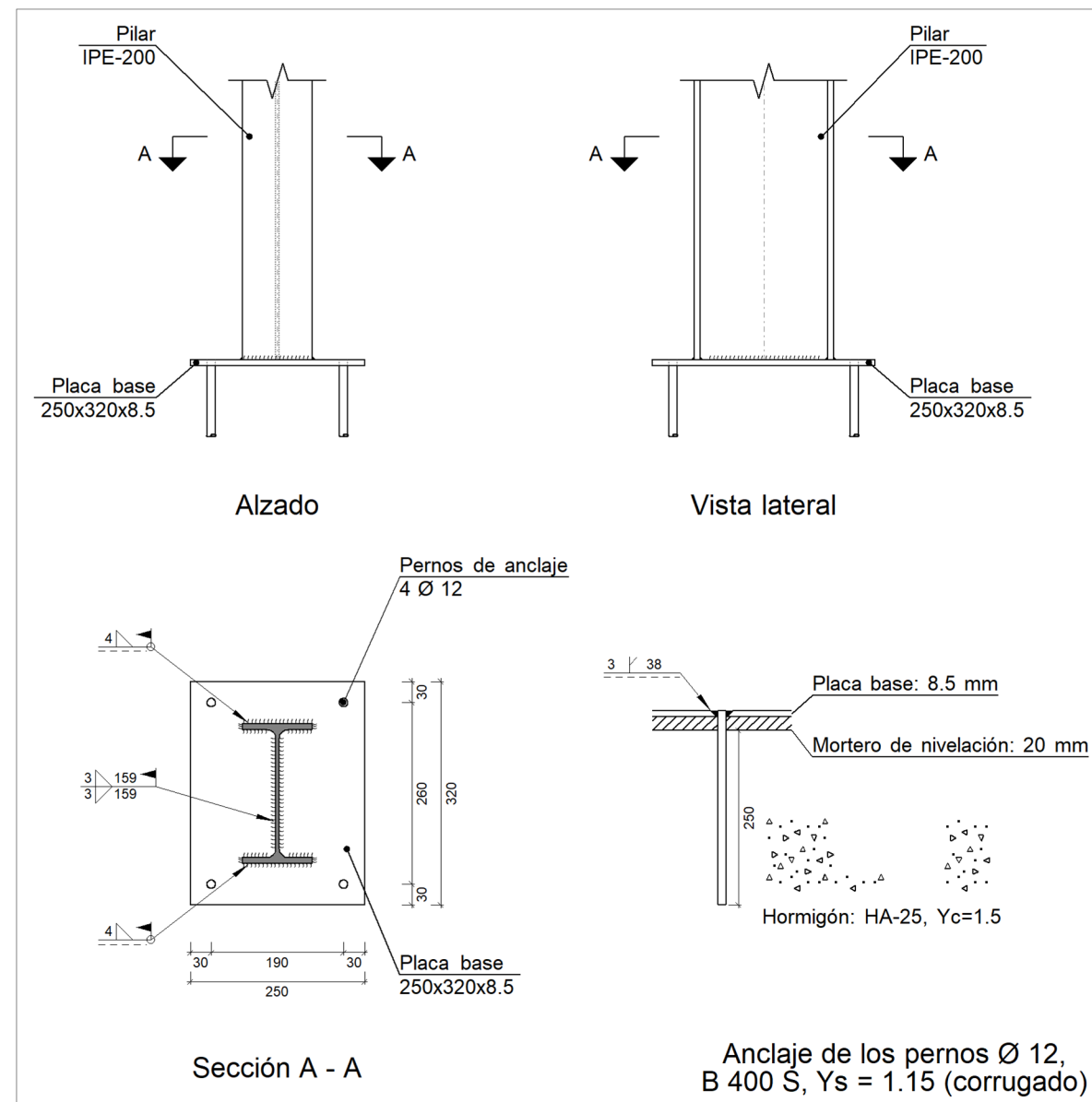
### Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -58): Soldadura a la placa base	En ángulo	10	--	450	15.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 58): Soldadura a la placa base	En ángulo	10	--	450	15.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	50	16.0	90.00			
<i>a: Espesor de garganta                      l: Longitud del cordón de soldadura                      t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -58): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 58): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	187.1	324.0	83.96	0.0	0.00	410.0	0.85

## 2.4.4.3 Tipo 3

## a) Detalle



## b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		250	320	8.5	4	18	14	3	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

## c) Comprobación

## 1) Pilar IPE-200

## Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	100	8.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	100	8.5	90.00

*a: Espesor de garganta*  
*l: Longitud del cordón de soldadura*  
*t: Espesor de la pieza*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.9	18.9	1.1	37.8	9.80	18.9	6.40	410.0	0.85
Soldadura del alma	14.7	14.7	40.7	76.5	19.81	14.7	4.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.9	18.9	1.1	37.8	9.80	18.9	6.40	410.0	0.85

## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 2.614 t Calculado: 0.841 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.83 t Calculado: 1.136 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.614 t Calculado: 2.465 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 3.686 t Calculado: 0.743 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1833.12 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 5.719 t Calculado: 1.005 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 519.911 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 528.021 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1795.33 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1585.07 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 5746.31	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5746.31	Cumple
- Arriba:	Calculado: 384.976	Cumple
- Abajo:	Calculado: 491.161	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0354		

### Uniones soldadas

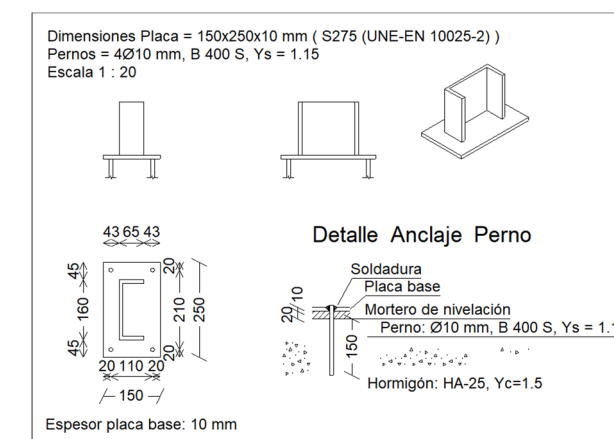
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	38	8.5	90.00
<i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>					

### Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	193.5	335.1	86.84	0.0	0.00	410.0	0.85

#### 2.4.4.4 Tipo 4

##### a) Detalle



##### b) Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		150	250	10	4	10	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

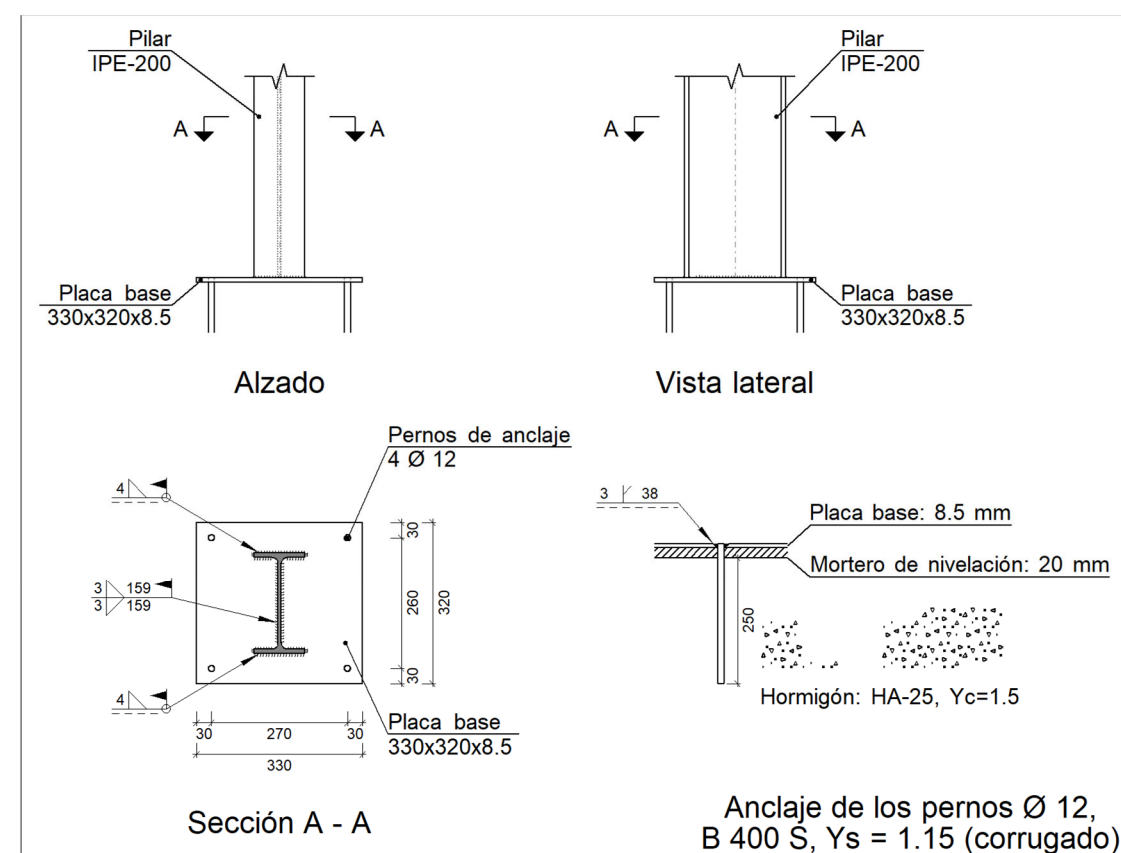
##### c) Comprobación

###### 1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 111 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 1.307 t Calculado: 0 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 0.915 t Calculado: 0.395 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 1.307 t Calculado: 0.564 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 2.561 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 841.391 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 5.607 t Calculado: 0.343 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 299.213 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 299.213 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 361.438 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 361.438 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 4518.1	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4518.1	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4024.69	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4024.69	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0178		

## 2.4.4.5 Tipo 5

## a) Detalle



## b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		330	320	8.5	4	18	14	3	S275 (UNE-EN 10025-2)	2803.3	4179.4

## c) Comprobación

## 1) Pilar IPE-200

## Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	100	8.5	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	159	5.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	100	8.5	90.00				

*a: Espesor de garganta*  
*l: Longitud del cordón de soldadura*  
*t: Espesor de la pieza*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	7.5	7.5	3.4	16.2	4.19	7.6	2.56	410.0	0.85
Soldadura del alma	5.9	5.9	16.3	30.6	7.93	5.9	1.99	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	7.5	7.5	3.4	16.2	4.19	7.6	2.56	410.0	0.85

## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 260 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 2.614 t Calculado: 0.332 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.83 t Calculado: 0.498 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.614 t Calculado: 1.044 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 3.686 t Calculado: 0.294 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 795.951 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 5.719 t Calculado: 0.442 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 412.908 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 399.242 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 578.075 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 483.33 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3634.18	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3634.18	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1161.31	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1638.61	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.014		

## Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	38	8.5	90.00				

*l: Longitud del cordón de soldadura*  
*t: Espesor de la pieza*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	76.5	132.6	34.36	0.0	0.00	410.0	0.85